



---

***GEOKWANZA:***  
***Desenvolvimento de um WebSIG para a***  
***Geologia Sedimentar da Bacia Sedimentar***  
***do Kwanza***

---

Américo da Mata Lourenço Victorino

---

Trabalho de Projecto apresentado como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas  
de Informação Geográfica

---

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação  
da Universidade Nova de Lisboa

# **GEOKWANZA:**

## **Desenvolvimento de um WebSIG para a Geologia Sedimentar da Bacia Sedimentar do Kwanza**

Trabalho de Projecto orientado por

Professor Doutor Pedro da Costa Brito Cabral

Outubro de 2011

## AGRADECIMENTOS

Expresso os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que de forma directa e indirecta, foram determinantes para a conclusão desta monografia, pois sem o empenho das mesmas não seria possível a obtenção destes resultados. Especialmente:

- A Deus que iluminou o meu caminho durante esta longa caminhada. A minha esposa Juelma Victorino que de forma especial apoiou-me durante a formação e as minhas filhas, Graciélma e Flávia, que iluminaram de forma especial os meus pensamentos.
- Um sentido especial de agradecimento a minha mãe que sem o amor, carinho, educação e todo o apoio que sempre me deu ao longo dos anos possivelmente não estaria aqui, a toda minha família um beijão do tamanho do universo.
- Ao Professor Doutor Pedro Cabral pela competência com que orientou este trabalho de Graduação e o tempo que generosamente me dedicou transmitindo os melhores e hábeis ensinamentos, com paciência, transparência e confiança. Pelas suas críticas sempre atempadas e construtivas desde o primeiro momento que solicitei a orientação. Agradeço desde já todo o tempo que gastou incondicionalmente comigo a rever e discutir detalhes do trabalho até nos pormenores de impressão.
- Não posso deixar passar em clara a minha família residente em Lisboa (Rosa Cristóvão Victorino e o meu cunhado Ângelo Panda e aos meus sobrinhos e a Júlia) que muito me apoiou durante as minhas viagens de Luanda – Lisboa.
- Aos meus colegas de curso e viagens (especialmente Dr. Agostinho Secuma) que embarcaram no mesmo cais, reservo uma passagem para a outra margem no canto do coração e da memória.
- Ao Professor Doutor César Alaminus Ibarria (Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto), o meu muito obrigado por todos os concelhos geocientíficos que me tem transmitido nos últimos quinquénios. Ao Geovanni Manghi, muito obrigado pela ajuda.
- A todos meus amigos de longa data que sempre me acompanharam e conviveram comigo nas últimas décadas, o meu “muito obrigado”.
- A todas as Instituições que de forma Directa me apoiaram com subsídios financeiros (*ACREP – Angolan E&P Company; Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto; Instituto Geológico de Angola – Ministério da Geologia e Minas e Indústria*), que continuem com o gesto que Angola agradece.

# **GEOKWANZA:**

## **Desenvolvimento de um WebSIG para a Geologia Sedimentar da Bacia Sedimentar do Kwanza**

### **RESUMO:**

Com o impressionante crescimento da Internet nos últimos anos a comunicação de dados multimédia tornou-se uma realidade devido à facilidade de navegação que este recurso apresenta. Este trabalho visa abordar um tema actual e com bastante aplicabilidade no que concerne a publicação de informação espacial na Internet, usando ferramentas livres, tendo em vista as vantagens e potencialidades desta tecnologia para as instituições que lidam com informação geográfica. A divulgação de dados espaciais na Web, serviço baseado em hipertexto que permite a navegação entre as informações disponíveis nos computadores da rede, vem apresentando um crescimento significativo nos últimos anos, através do surgimento de uma nova era de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), cujas arquitecturas têm na Internet um componente fundamental, trazendo desta forma, novas possibilidades para o conhecimento geológico. Os recursos geológicos da bacia sedimentar do Kwanza não são conhecidos na sua totalidade e não é possível antever-se ainda quanto tempo será necessário completar o seu estudo; porém já muito se conhece sobre este gigante sedimentar mas, infelizmente, grande parte desta informação ainda se encontra em meios pouco acessíveis para a vasta comunidade de geocientistas que muito delas dependem para tomadas de decisão. A proposta deste trabalho, visa desenvolver um SIG na Internet, vulgo WebSIG denominado Geokwanza dirigido a todos interessados em adquirir conhecimentos sobre o estado da arte geológica da bacia sedimentar do Kwanza, sem necessariamente possuir conhecimentos SIG. Os dados de cartografia geológica foram obtidos essencialmente por compilação, análise crítica e integração das informações bibliográficas publicada e não publicada, além de trabalhos adicionais de geologia de campo, interpretações de imagens satélites, amostragem, análises petrográficas e geocronológicas. A criação de um WebSIG, é um primeiro passo para dar dimensão pública a estes dados, afirmando o interessante potencial que representam.

# **GEOKWANZA:**

## **Development of a WebGIS for the Kwanza Sedimentary basin geology**

### **ABSTRACT:**

With the impressive growth of the Internet in recent years the communication of multimedia data has become a reality due to the ease of navigation. This work aims to address a very actual and high applicable issue regarding the publication of spatial information on the Internet using free tools, considering the potential advantages of this technology for the institutions that deal with geographic information. The dissemination of spatial data on the Web, which is an hypertext-based service that allows the navigation between the information available on network computers, is showing a significant growth in recent years through the emergence of a new era of Geographic Information Systems (GIS) whose architectures are a key component of the Internet, bringing new possibilities for geological knowledge. The geological features of the sedimentary basin of the Kwanza are not fully known and it is impossible to predict how long it will take to complete its study. Nowadays, much is known about this giant sediment but, unfortunately, a great part of this information is still inaccessible to the vast community of geoscientists for decision making. Our proposal aims to develop a WebGIS, called Geokwanza to provide knowledge about the geology of the sedimentary basin of the Kwanza, without necessarily having knowledge about GIS. Geological mapping data were obtained primarily by building, critical analysis and integration of information published and unpublished literature, plus additional work of field geology, interpretation of satellite images, sampling, petrographic and geochronological analysis. The creation of this WebGIS is the step towards the public dimension that this data represent.

## **PALAVRAS – CHAVES:**

Bacia Sedimentar do Kwanza

Geologia

Internet

Sistemas de Informação Geográfica

WebSIG

## **KEYWORDS:**

Kwanza Sedimentary Basin

Geology

Internet

Geographic Information Systems

WebGIS

## **ACRÓNIMOS:**

**CGI** – Common Gateway Interface  
**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**IGCA** – Instituto geográfico e Cadastral de Angola  
**IGEO** – Instituto Geológico de Angola  
**OGC** – Open Geospatial Consortium  
**PHP** – Hypertext Preprocessor  
**SGBD** – Sistema Gestor de Bases de Dados  
**URL** – Uniform Resource Locator  
**WCS** – Web Coverage Service  
**WFS** – Web feature service  
**XML** – Extensible Markup Language

## ÍNDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
PALAVRAS-CHAVE.....	vi
KEYWORDS .....	vi
ACRÓNIMOS .....	vii
ÍNDICE DO TEXTO .....	viii
ÍNDICE DE TABELA .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
<b>1º CAPÍTULO - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO .....	1
1.2. OBJECTIVOS .....	1
1.3. MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
1.4. METODOLOGIA .....	3
1.4.1. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO DE PROJECTO .....	4
<b>2º CAPÍTULO - SIG NA INTERNET .....</b>	<b>5</b>
2.1. INTRODUÇÃO.....	5
2.2. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	5
2.3. APLICAÇÕES SIG.....	5
2.3.1. - Modelos de Dados .....	6
2.3.2. - Arquitectura da Internet .....	7
2.3.3. - Estrutura e funções de uma aplicação na Internet .....	9
2.3.3.1 - Web Servers .....	9
2.3.3.2 - Páginas Web.....	10
2.3.3.3 - Web Browsers.....	10
2.3.3.4 - HTML .....	10
2.3.3.5 - URL'S .....	10
2.3.4. - Servidor Web .....	11
2.3.5. - Programas a utilizar.....	11
2.3.5.1 - PHP:Hypertext Preprocessor .....	12
2.3.5.2 - Apache .....	13
2.3.5.3 - MapServer.....	13
2.3.5.4 - P. mapper .....	14
2.3.5.5 - Quantum GIS.....	14
2.3.6 - Critérios de desenvolvimento de um SIG na Internet .....	14



2.3.7 - Informação Gerencial relevante (exemplos) .....	15
2.3.8 - Conclusão .....	16
<b>3º CAPÍTULO - GEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO KWANZA E MODELO CONCEPTUAL DE GESTÃO DE DADOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	18
3.2. PRINCIPAIS BACIAS SEDIMENTARES DE ANGOLA .....	18
3.2.1.- <i>Evolução tectónica da Bacia Sedimentar do Kwanza</i> .....	20
2.2.2. - <i>Estratigrafia da Bacia do Kwanza</i> .....	22
3.3. ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS E FUNCIONALIDADES DE UM WEBSIG NO ÂMBITO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO .....	24
3.4. ESPECIFICAÇÕES ESSENCIAIS E TÉCNICAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SIG EM AMBIENTE INTERNET ...	25
3.4.1. - <i>Definição de um modelo de dados</i> .....	25
3.4.2. - <i>Especificação da informação necessária</i> .....	26
3.4.3 - <i>Tipos de dados</i> .....	26
3.4.4 - <i>conclusão</i> .....	27
<b>4º CAPÍTULO - DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEBGIS E IMPLEMENTAÇÃO EM AMBIENTE INTERNET .....</b>	<b>28</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	28
4.2. SOFTWARE ABERTO E GRATUITO .....	28
4.3. ESCOLHA DOS SOFTWARES .....	29
4.3.1.- <i>Solução implementada</i> .....	29
4.3.1.1.- <i>carregamento e disponibilização dos dados a partir do PostGIS</i> .....	30
4.3.1.2 - <i>Sistema gerenciador do Banco PostgreSQL e Módulo PostGIS</i> .....	32
4.3.1.3 - <i>Configuração do PostgreSQL/PostGIS</i> .....	32
4.4.1.4 - <i>Configuração do MapServer</i> .....	32
4.4.1.5 - <i>Framework de desenvolvimento P.mapper</i> .....	33
4.4.1.6 - <i>Sistema Operacional e Servidor Apache para a Internet</i> .....	33
4.5. PADRONIZAÇÃO E MODELAÇÃO DO SISTEMA .....	35
4.5.1 - <i>Solução implementada</i> .....	35
4.5.2 - <i>Desenvolvimento do Sistema</i> .....	40
4.6. DESENHO DA INTERFACE .....	42
4.7. VALIDAÇÃO, TESTES E RESULTADOS .....	45
4.8. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	46
4.9. CONCLUSÕES .....	50

<b>5º CAPÍTULO - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>51</b>
5.1      DISCUSSÃO .....	51
5.2      LIMITAÇÕES .....	51
5.3      DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	52
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1. – Descrição das diferentes partes de uma URL (Kobben, B.; Lemmens, R.- Department of GeoInformation Processing, Setembro 2006) .....	10
Tabela 2. – Descrição com o nome da Instituição e seu respectivo sítio na Internet .	16
Tabela 3. – Estrutura de directórios do Apache (Geovanni Manghi, 2011).....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. – Carta Geológica da Bacia do Kwanza – Total & Sonangol (1968-1972) .....	2
Figura 2. – Estrutura geral de uma aplicação SIG segundo (IBGE, 2000) .....	6
Figura 3.– Representação do mundo real em modelos de dados vectorial e raster segundo (GIS – Lincoln, 2010) .....	7
Figura 4. – Local Area Network (adaptado de Medeiros, 2000/04).....	8
Figura 5. – WAN – Wide Area Network, composta por várias LAN segundo (Michelee, 2010).....	8
Figura 6. – Funcionamento de aplicações Web ( <a href="http://proxy.servidor.googlepages.com/">http://proxy.servidor.googlepages.com/</a> ) .....	11
Figura 7. – Principais bacias sedimentares de Angola (Tavares, 2000) .....	19
Figura 8.– Início da divisão da Pangeia (Leonor Guerra/teoria da derivação continental, 2010).....	20
Figura 9. – Separação dos continentes Africano e Sul-Americano (Leonor Guerra/teoria da derivação continental, 2010).....	21
Figura 10. – Estratigrafia da bacia do Kwanza (GeoLuanda 2000 Int. Conf., Guide Book Luanda – Benguela - Dombe Grande, 2000) .....	22
Figura 11. – Painel de actualização do “Quantum-GIS” (QuantumGis, 2011).....	29
Figura 12. – Conexão Quantum GIS – PostGIS .....	30
Figura 13.– Conexão à base de dados kuanza no Postgis.....	30
Figura 14.– Exportação da camada de informação do PostgreSQL .....	31
Figura 15. – Disponibilização da informação classificada em ambiente Quantum Gis .....	31
Figura 16.– Página de internet do MapTools ( <a href="http://www.maptools.org/ms4w/index">http://www.maptools.org/ms4w/index</a> ;acesso em 12/05/2011. ....	35
Figura 17. – Fases de instalação do ms4w.....	36
Figura 18. – Organização dos ficheiros do ms4w .....	37
Figura 19. – Sistema organizacional do MapServer for Windows.....	38
Figura 20. – Reiniciar o servidor para actualizar as mudanças .....	39

Figura 21. – Página inicial do MapServer for Windows .....	39
Figura 22. – Página inicial do MapServer for Windows versão 3.0.1 com Framework p.mapper .....	40
Figura 23. – Janela de configuração de impressão .....	45
Figura 24. – Janela de configuração para salvar o mapa .....	45
Figura 25. – Página inicial do Geokwanza .....	47
Figura 26. – Resultado da pesquisa seleccionando os objectos que representam a formação Luanda .....	48
Figura 27. – Tabela de atributos resultante da pesquisa realizada.....	48
Figura 28. – Imagem parcial de algumas camadas de informação habilitadas.....	49
Figura 29. – Geologia da bacia do kwanza sobreposta à divisão administrativa .....	50
Figura 30. – Sistema de coordenadas .....	50

# CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O conhecimento geológico constitui, hoje, uma prioridade para a República de Angola, face às exigências de desenvolvimento em curso. A bacia sedimentar do Kwanza oferece áreas potenciais de petróleo e gás da plataforma continental. Muitos trabalhos de campo têm sido realizados pelas várias companhias de petróleo que operam no país, assim como por universidades e institutos de investigação. Porém, todas as informações obtidas não têm sido disponibilizadas convenientemente por vários motivos: sigilo de dados, falta de um Sistema Gestor de Bases de Dados alfanumérico e espacial capaz de armazenar, inquirir e disponibilizar informação. Esta situação tem condicionado a realização de actividades como a elaboração de cartas geológicas da bacia a pequenas escalas.

A bacia sedimentar do Kwanza possui uma história explorativa de hidrocarbonetos (Onshore<sup>1</sup>/Offshore<sup>2</sup>) cujo início data de 1910. Em 1955 foi descoberto o primeiro poço comercial de petróleo denominado “Benfica”. Conhecida pela sua dimensão geológica, a bacia do kwanza está subdividida em interna e externa.

## 1.1- Enquadramento:

A Bacia do Kwanza situa-se entre o 8° e 11° Sul e entre 12° e 15° Este, englobando várias concessões angolanas numa área total aproximada de 50.000 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Neste trabalho são apresentados os vinte e três (23 Blocos Onshore) e cinco (5 Blocos Offshore) de exploração que compõem a bacia sedimentar do Kwanza”. A superfície geológica e estratigráfica foi obtida por tratamento digital do mapa geológico à escala 1/250 000 produzido em conjunto pelas empresas petrolíferas da Total (Francesa) e Sonangol (Angolana), a partir da informação gerada durante o levantamento sísmico de 1968 – 1972. Pelo facto de os dados de perfuração estratigráfica serem confidenciais e de difícil acesso não foi objectivo desta dissertação apresentar as possíveis correlações litoestratigráficas entre os poços apresentados. No entanto esforços continuarão sendo feitos para disponibilização futuras.

O acervo de dados foi compilado a partir de arquivos em diversas escalas e formatos que foram posteriormente submetidos a procedimentos de generalização, filtragem e fusões digitais com adequação a escala 1/100 000.

## 1.2 - Objectivos:

O principal objectivo deste trabalho é o de desenvolver e promover uma aplicação WebSIG com enfoque na disponibilização de informações geológicas, que permita a realização de tarefas de manipulação dos arquivos com diferentes atributos, de forma gratuita, e sem a necessidade de nenhum outro software ou de bibliotecas adicionais. Pretende-se num futuro próximo alojar o WebSIG no site oficial da Universidade Agostinho Neto (Faculdade de Ciências) para permitir aos interessados o acesso fácil, de forma cómoda e actualizada das informações. Para a execução deste projecto foram identificados os factores humanos e tecnológicos necessários, assim como a realidade estrutural e financeira que o desenvolvimento deste sistema acarreta.

---

<sup>1</sup> Onshore: É a exploração de hidrocarbonetos realizada em terra.

<sup>2</sup> Offshore: É a exploração de hidrocarbonetos realizada em mar.

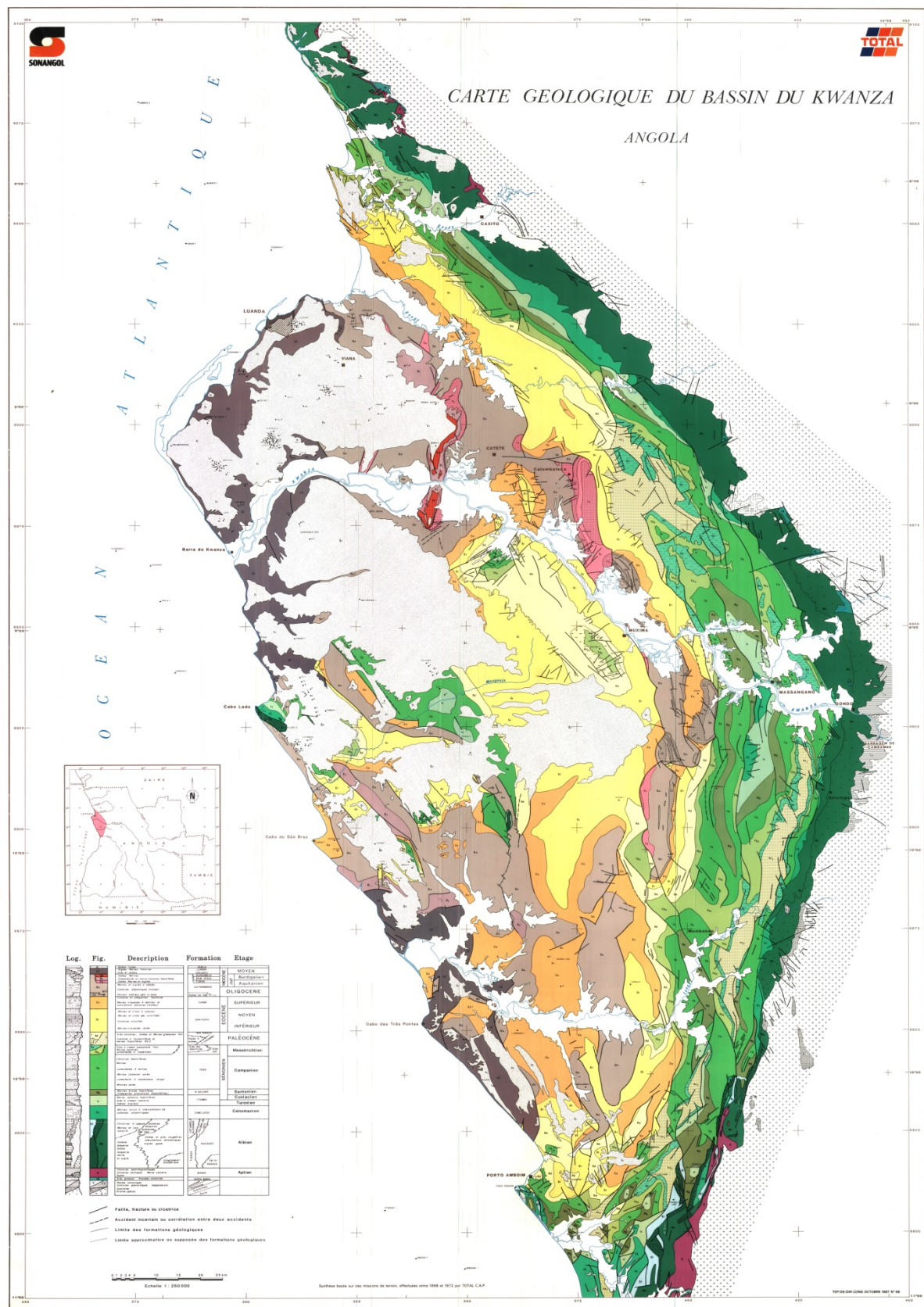


Figura 1 – Carta Geológica da Bacia do Kwanza Total & Sonangol (1968 – 1972)

### 1.3 – Motivação para a realização do trabalho:

Os factores fundamentais foram:

- O aparecimento da cartografia digital 2 & 3D, impulsionado pela Google com a disponibilização online e de acesso e inserção de dados gratuita com cobertura mundial;
- A proliferação dos GPS “Sistemas de Posicionamento Global”, derivados da baixa dos preços dos *chips*, permitiu o surgimento de aparelhos acessíveis com capacidade de posicionamento integrados (telefones móveis, câmaras fotográficas e tablets, facilitando enormemente a captura de informação geográfica.
- O desenvolvimento da Internet e o surgimento da Web 2.0, É a web dos blogs, wikis, Youtube e as poderosas redes sociais Facebook, Tuenti e o Twitter. A crescente ligação entre o social e o meio geográfico está a produzir grandes avanços tais como faceta espacial de Twitter, FourSquares, Facebook Places, etc.

### 1.4 - Metodologia

O projecto vai ser desenvolvido para ser implementado no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade “Agostinho Neto” na qual o mestrando é funcionário e contribuirá para a divulgação e planificação de trabalhos de levantamento cartográfico e de prospecção geológica; na elaboração de cartas de carácter geológico (recursos minerais, tectónico-estrutural) da área que, partindo de uma base geológica cientificamente estabelecida, vão fundamentar as potencialidades em recursos minerais da bacia do kwanza e a definição das prioridades para o estudo dos problemas geológicos visando a confirmação da informação básica da geologia.

É possível enumerar as etapas que vão dar forma à metodologia adoptada:

- Percepção do problema e proceder à identificação dos requisitos do sistema, que servirão para elaborar as suas especificações. Será importante definir os objectivos versus prazos, recursos, tecnologias disponíveis para o êxito do Geokwanza. Engloba pesquisa bibliográfica e entrevistas aos futuros beneficiadores do projecto;
- Fase do diagnóstico, identificação das tecnologias e ferramentas para avaliar e otimizar a aplicação WebSIG;
- Com as tecnologias e o ambiente de desenvolvimento preparados, desenvolve-se o modelo de dados conceptual;
- Utilização do software Quantum Gis 1.5.0 para criação e edição dos dados *shapefiles e raster*, assim como eventuais análises espaciais e interpolações;
- Exportação dos dados anteriormente tratados para o postgresql-postgis<sup>3</sup>;
- Integração dos dados georreferenciados na aplicação WebSIG;
- Programação Internet;
- Validação e Testes.

---

<sup>3</sup> O PostGIS é uma extensão para o PostgreSQL que adiciona a este SGDB o suporte de dados espaciais. A utilização do PostgreSQL/PostGIS permite o armazenamento e gestão de grandes volumes de dados espaciais.



#### **1.4.1 - Organização do Trabalho de Projecto:**

A dinâmica da dissertação tem como ponto de partida a explanação de questões de cunho epistemológico, nas quais se enfatizam os objectivos e pressupostos de motivação para a realização deste trabalho.

Neste sentido, apresenta-se no segundo capítulo uma abordagem de forma ampla, integrando os conhecimentos necessários para a realização do projecto. Introduzem-se considerações quanto a estrutura, funções e critérios a se ter em conta para desenvolver um SIG na Internet.

Após tais discussões, é apresentado um embasamento de informações com cunho geológico, mostrando a sua importância no contexto económico e de desenvolvimento da região. A possibilidade da sobreposição da informação dos poços, linhas sísmicas, estratigrafia, geologia com recursos minerais, aliados aos seus ambientes tectónicos, evidencia-se como uma ferramenta de grande utilidade, tanto para pesquisadores académicos, quanto para usuários interessados na selecção de áreas propícias para investimentos e/ou estudos em pesquisa mineral.

No quarto capítulo, introduzem-se questões metodológicas, especificações técnicas e essenciais para a implementação de uma base de dados espacial geológica em ambiente Internet. É aberto espaço para o desenvolvimento da aplicação. Tal CAPÍTULO mereceu destaque especial em função da crescente “popularização” dessa técnica, além da sua estreita vinculação com uso de geotecnologias. Apresenta ainda de forma explicativa os procedimentos e critérios utilizados, para a elaboração do aplicativo WebSIG que visa disponibilizar camadas de informação e permitir a composição de mapas interactivos na Internet, através do tratamento e padronização de dados e informações recolhidas.

No quinto capítulo, a dissertação termina com a discussão, limitações e desenvolvimentos futuros.

## **CAPÍTULO II – SIG NA INTERNET**

### **2.1 – Introdução**

A arquitectura OpenGis para disponibilização do WebSIG segue uma abordagem relativa sobre os diferentes tipos e formatos de dados, protocolos de internet, especificações disponíveis. Ao nível de software aberto (Open Source / Free Software) existe já um bom conjunto de programas de boa qualidade, cujo desenvolvimento cooperativo é promovido pela Osgeo<sup>4</sup> (Open Source Geoespacial Foundation), uma organização sem fins lucrativos que providencia apoio financeiro, organizacional e legal, à comunidade de utilizadores e desenvolvedores de software livres para sistemas de informação geográfica.

Para a implementação da solução proposta foram seleccionados softwares específicos, dotados de funcionalidades para edição e análise de dados, produção de mapas e publicação da informação via internet, tais como: Quantum-Gis, Grass, Php, Apache, Mapserver, e P.mmaper.

### **2.2 – Sistema de Informação Geográfica (SIG)**

A aquisição de dados representa propriedades significativas da superfície da Terra é uma parte importante da actividade das sociedades organizadas e modernas. Nos últimos anos tem-se verificado uma crescente abordagem e interesse pela informação geográfica, sendo esta cada vez mais utilizada para diversos fins e domínios de aplicação, em áreas tão distintas como as geociências, economia e gestão, sociologia e saúde, engenharias, entre outras (Câmara, G.;Casanova, M.A. 1996)

O facto de ser possível utilizar informação georreferenciada, permite a correlação de variáveis distintas, justificando o interesse pela área dos Sistemas de Informação Geográfica como instrumentos de modelação de problemas, análise e simulação de cenários.

Por outro lado, os SIG atingiram já um certo nível de maturidade, estando presentes em grande parte dos serviços do sector público e privado, e sendo cada vez mais, uma ferramenta acessível a todos e não apenas a sectores especializados.

### **2.3 - Aplicações SIG**

A maioria das aplicações SIG apresenta uma estrutura geral com uma interface para comunicação com o utilizador, uma base de dados, uma unidade de gestão dessa base de dados, e um conjunto de funcionalidades para entrada e edição de dados, sua análise e produção e impressão de mapas (Figura 2). Com os avanços da Internet, desenvolveram-se nos últimos anos técnicas que possibilitam a publicação e acesso a bases de dados geográficas remotas, cuja estrutura interna dos programas, permite aceder e publicar dados remotamente através de serviços WMS (Web Map Service)<sup>5</sup>, WFS (Web Feature Service)<sup>6</sup> e WCS (Web Coverage Service)<sup>7</sup>, de acordo com as

---

<sup>4</sup> <http://www.osgeo.org/>

<sup>5</sup> [Http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Map\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service)

<sup>6</sup> [Http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Feature\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Feature_Service)

<sup>7</sup> [Http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Coverage\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Coverage_Service)

especificações do *OGC – Open Geospatial Consortium*<sup>8</sup>. A interface do utilizador inclui um conjunto de ferramentas para visualização e navegação através de informação espacial, sendo capaz de visualizar os tipos de ficheiros mais comuns em formatos matriciais e vectoriais, aceder a bases de dados espaciais e aos standards de serviços remotos do OGC. As ferramentas básicas das aplicações permitem ainda explorar registos e compor mapas.

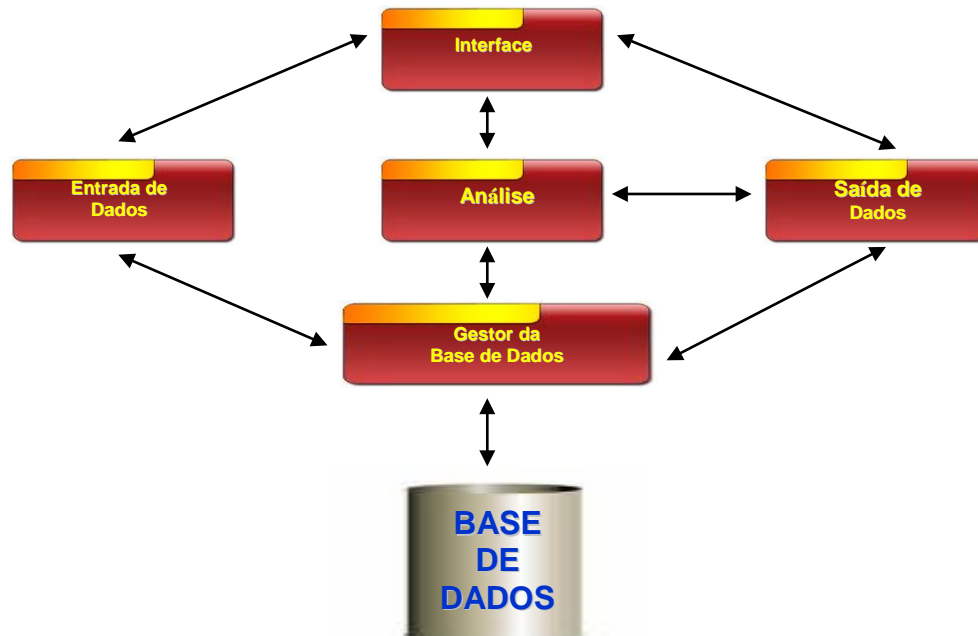


Figura 2 – Estrutura geral de uma Aplicação SIG segundo (IBGE, 2000)

As aplicações SIG suportam diversos formatos / modelos de dados graças a bibliotecas de interpretação, tais como a GDAL<sup>9</sup>/OGR<sup>10</sup> que é a base de muitos softwares SIG.

### 2.3.1 – Modelos de dados

A informação do mundo real é codificada e representada através de modelos de dados com localização espacial, georreferenciação e um conjunto de descritores quantitativos e qualitativos também conhecidos por atributos. Esta representação dos elementos geográficos pode ter um formato vectorial ou matricial (Mitasova, H & Mitas, L., 1993).

No modelo de dados vectorial o espaço é ocupado por uma série de entidades (pontos, linhas e polígonos), descritas pelas suas propriedades e cartografadas segundo um sistema de coordenadas geométricas. Neste tipo de modelo existe uma estreita relação com os conceitos associados à cartografia tradicional impressa, à qual é associada uma base de dados.

Num modelo vectorial os objectos são estáticos e têm fronteiras bem definidas, sendo possível a utilização de objectos compostos e associação de tipologia. Num modelo de dados matricial ou raster, o espaço é composto por células ou pixéis, às quais está associado um valor representando uma superfície contínua de variação de um dado

<sup>8</sup> [Http://www.opengeospatial.org/](http://www.opengeospatial.org/)

<sup>9</sup> [Http://www.gdal.org/](http://www.gdal.org/)

<sup>10</sup> [Http://www.gdal.org/ogr/](http://www.gdal.org/ogr/)

atributo de interesse. As dimensões da célula, medidas no terreno, correspondem à resolução espacial, com que o tema está representado. Os sistemas raster são o resultado dos desenvolvimentos tecnológicos das últimas décadas, e surgem como um prolongamento da aquisição de informação através de imagem. Neste tipo de modelos as células são dispostas de uma forma regular e a sua posição é identificável através do índice de linha e coluna, em conjunto com a coordenada da primeira célula e com a dimensão da mesma, pelo que a topologia está implícita.

Os formatos vectoriais são mais indicados para representações de entidades com distribuição espacial exacta (localização de pontos de captação de água, estradas, usos do solo, etc.), têm uma estrutura de dados compacta e a topologia pode ser descrita explicitamente (aconselhável por exemplo em análises de redes).

Os formatos matriciais ou raster (Figura 3) são indicados para representações de grandezas com distribuição espacial contínua (pressão atmosférica, temperatura, etc.), têm uma estrutura de dados simples, permitem a incorporação imediata de dados de sensores remotos e são adequados à análise espacial, face à facilidade de implementação dos algoritmos computacionais necessários a este tipo de análise.

A resolução de um raster é medida em pixéis, que representam neste caso uma unidade de medida de distâncias. Sendo a resolução nos rasters uma forma de escala, podemos depreender que quanto maior a resolução maior o detalhe, mas uma vez que no modelo matricial não se consegue medir facilmente o terreno em pixéis, perde-se a noção tradicional da relação de escala, e em vez disso fala-se de Ground Sample Distance (Neteler, M., 2005).

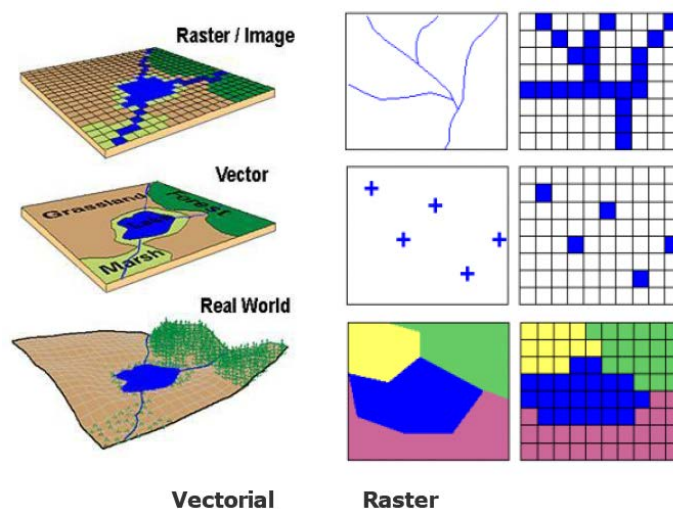


Figura 3 – Representação do mundo real em modelos de dados vectorial e raster (GIS@Lincoln, 2010)

### 2.3.2 – Arquitectura da Internet

O *World Wide Web* é construído sobre um protocolo chamado *Hypertext Transport Protocol* (HTTP), projectado para ser um pequeno e rápido protocolo bem adaptado para sistemas de distribuição e informação multimédia e *hypertext jumps* entre páginas.

A Internet pode ser definida de forma simples, como a maior rede de trabalho existente no mundo. As redes encontradas na maior parte dos locais de trabalho hoje em dia são chamadas (LAN - Área Local), que consistem num grupo de computadores relativamente perto uns dos outros, e ligados entre si através de hardware específico ou

cabos (Figura 4). Alguns computadores são clientes, muitas vezes designados por workstations, e outros são servidores, também designados file servers. Todos estes computadores podem comunicar entre si para partilha de informação.

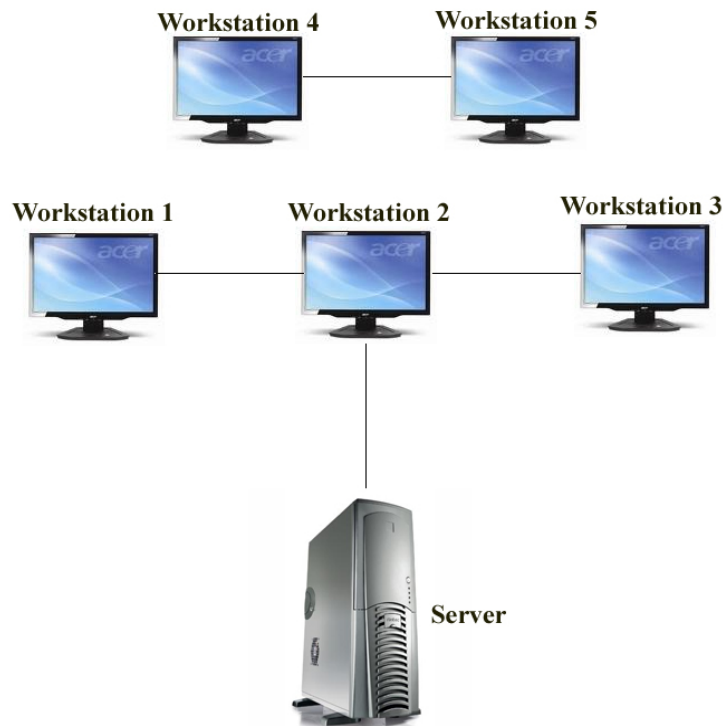


Figura 4 -LAN – Local Area Network

Uma rede de trabalho maior que alcance localizações geográficas múltiplas (como são os casos das grandes empresas com escritórios em diversos locais) poderá ter diversas LAN, cada uma que junte todos os computadores de uma determinada localização geográfica, ligadas entre si através de um sistema de comunicação. A ligação pode ser feita através de simples ligações banda larga, ADSL, conexões de banda mais rápida ou mesmo fibra óptica. A este grupo completo de LAN's interconectadas (Figura 5) dá-se o nome de *Wide Area Network* (WAN).

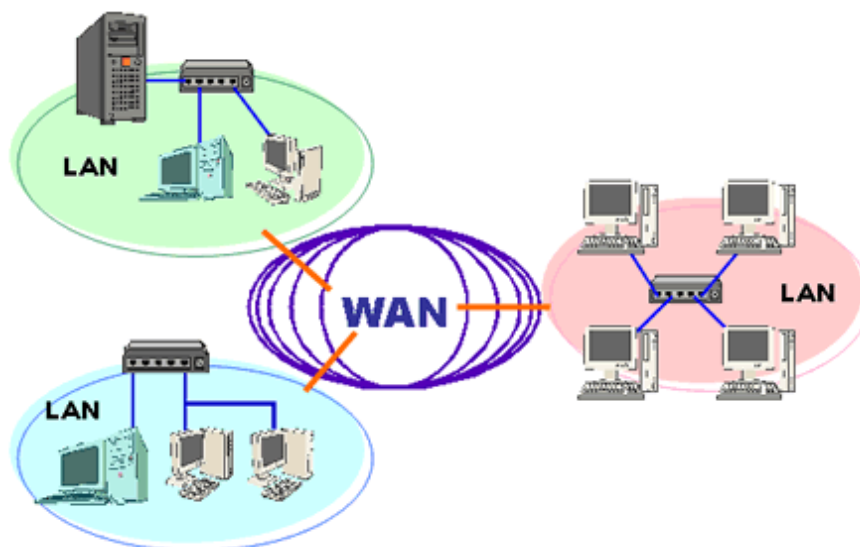


Figura 5 – WAN – Wide Area Network, composta por várias LAN (Local Area Network).

Para que os computadores possam comunicar entre si existe uma linguagem de comunicação comum que permite identificar cada computador ligado à rede, e garantir que a informação enviada para um determinado computador realmente chegue ao seu destino. Esta linguagem de comunicação é o Internet Protocol (IP), mas na verdade é muito mais que uma simples linguagem.

O IP é um sistema de regras que regem o comportamento da Internet em determinadas situações, garantindo que não haja falhas de comunicação ou mal-entendidos graves, que os computadores comuniquem entre si de forma correcta e que os dados sejam trocados de forma correctos. Desta forma todo o computador ligado à Internet deve correr uma cópia do IP.

Os endereços IP são identificadores únicos. Cada máquina (computador ou servidor) conectada à Internet tem um endereço de IP único. Este endereço é composto por 4 conjuntos de números separados, por exemplo: 208.193.16.200. Alguns *hosts* tem um endereço de IP fixo (ou estático), enquanto outros têm endereços designados de forma dinâmica (atribuídos cada vez que é efectuada uma conexão). Independentemente da forma como os endereços de IP são obtidos, não existem dois computadores com o mesmo número a funcionar ao mesmo tempo.

### **2.3.3 - Estrutura e funções de uma Aplicação na Internet**

As aplicações na internet consistem em páginas de informação georreferenciadas em máquinas (hosts) que executam o web-server software. Normalmente quando um utilizador num endereço IP específico faz um determinado pedido de um ficheiro, o servidor Web tenta recuperar o ficheiro e enviá-lo para o utilizador. O ficheiro solicitado pode ser o código HTML de uma página Web, uma imagem GIF, um ficheiro Flash, um documento XML, etc. É o browser que determina o que deve ser solicitado, e não o servidor Web, o servidor simplesmente processa o pedido, como mostrado na figura 6.

#### **2.3.3.1 - Web Servers**

Um Web server é um programa que serve páginas Web, mediante solicitação. É importante salientar que os servidores *Web*, normalmente, não se preocupam com o conteúdo desses ficheiros. O código HTML de uma página Web, por exemplo, será processado pelo browser e não pelo Web server. O Web server devolve a página solicitada como está, independentemente do que a página é e do que ela contém. Se existirem erros de sintaxe HTML no ficheiro, os erros serão devolvidos juntamente com o restante da página.

As ligações/conexões com servidores Web são feitas quando necessárias. Se for solicitada uma página de um Web server, será feita através da internet uma conexão IP entre o computador que faz o pedido e a máquina que está a executar o servidor. A página Web solicitada é enviada através dessa conexão, que é interrompida logo que a página é recebida. A maioria dos servidores Web utiliza o porto 80, mas se for de interesse, o servidor Web pode ser instalado em portas não standard, por exemplo para “esconder” o servidor Web, bem como para permitir vários servidores Web num único computador.

### 2.3.3.2 - Páginas Web

A informação na World Wide Web é armazenada em páginas, que podem conter: texto, títulos e cabeçalhos, listas, menus, tabelas, formulários, imagens, scripts, folhas de estilo e multimédia. As páginas Web são construídas usando uma série de tecnologias que são processadas e exibidas pelos navegadores Web (Browsers).

### 2.3.3.3 - Web Browsers

Os browsers são programas “client” usados para aceder a sites e páginas Web. O browser tem a tarefa de processar as páginas Web recebidas e exibi-las ao utilizador, com tudo aquilo que elas contêm.

### 2.3.3.4 – HTML

As páginas Web são ficheiros de texto construídos através de Hypertext Markup Language (HTML), que é implementado como uma série de tags fáceis de aprender. O autor de páginas Web ou WebSIG usa essas etiquetas para formatar uma página de texto. Em seguida os browsers, irão usar essas etiquetas para processar e exibir as informações a visualizar.

### 2.3.3.5 - URL's

Cada página na World Wide Web tem um endereço, aquele que habitualmente digitamos no browser para instruí-lo a carregar uma página Web em particular. Estes endereços são chamados Uniform Resource Locator (URLs), e não são apenas utilizados para identificar páginas ou objectos da World Wide Web. Por exemplo os ficheiros num servidor FTP também têm identificadores URL.

Parte	Descrição
<i>Protocol</i>	o protocolo usado para recuperar o objecto. Normalmente <code>http</code> para objectos na <i>World Wide Web</i> . Se o protocolo for especificado, deve ser seguido por <code>://</code> (que separa o protocolo do nome do <i>host</i> )
<i>Host</i>	o servidor <i>web</i> onde se pretende ir buscar o objecto. Este é especificado como um nome DNS ou um endereço IP.
<i>Port</i>	o porto da máquina ( <i>host</i> ) no qual o servidor <i>web</i> está a ser executado. Se for omitido, é usado o porto padrão do protocolo especificado; para servidores <i>web</i> , é o porto 80. Se especificada, o porto deve ser precedida por dois pontos (:).
<i>Path</i>	caminho para o ficheiro que se pretende obter ou do <i>script</i> a executar
<i>File</i>	o nome do ficheiro que se pretende ou o <i>script</i> a executar

Tabela 1 – Descrição das diferentes partes de uma URL (Kobben, B.; Lemmens, R.- Department of GeoInformation Processing, Setembro 2006)

### 2.3.4 – Servidores Web

Os servidores Web são realmente muito simples e permitem interagir com uma base de dados, personalizar as páginas Web, processar os resultados enviados por um utilizador através de um formulário, ou qualquer outra coisa. Tudo o que faz um servidor Web é servir páginas.

Quando um servidor Web recebe uma solicitação de um browser, analisa o pedido para determinar se trata de uma simples página Web ou uma página que precisa de tratamento por um servidor de aplicações Web, passa para o servidor de aplicação Web apropriado e devolve os resultados que recebe, de volta ao browser (Figura 6).

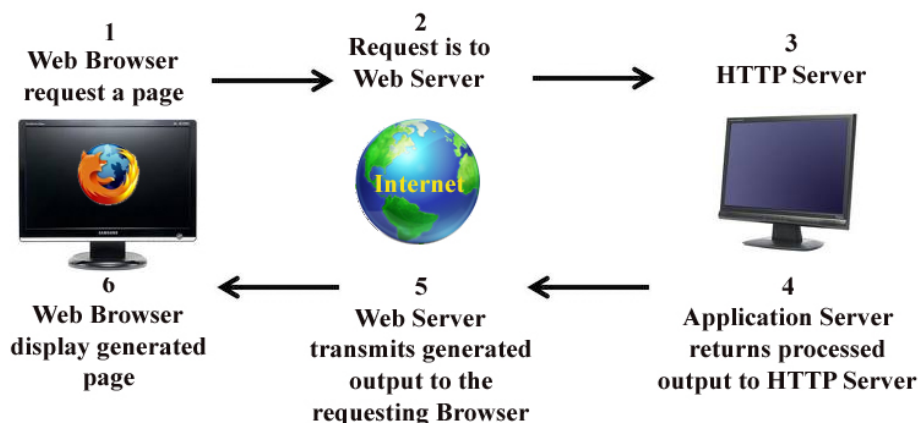


Figura 6 – Funcionamento de aplicações Web

Por outras palavras, os servidores de aplicações Web são pré-processadores de páginas. Processam a página solicitada antes de esta ser enviada de volta para o cliente (*browser*), e ao fazê-lo abrem a porta para que os desenvolvedores façam todo tipo de coisas interessantes no servidor, tais como:

- Realizar pesquisas;
- Alterar as suas páginas on-the-fly com base na data, hora, primeira visita, e o que mais se possa pensar;
- Personalização de páginas para os visitantes.

### 2.3.5 – Programas a utilizar

Para atingir os objectivos propostos no presente trabalho foi utilizado Softwares Open Source excepto o Sistema Operativo. Em particular foi usado o Windows Xp como sistema operativo, Mapserver como servidor de mapas, Pmapper como Framework para a realização de WebSIG, PostgreSQL/Postgis como base de dados geográfica e o Notpad<sup>++</sup> para a edição dos ficheiros da aplicação.

O conceito de softwares livres e livres foi adoptado por uma população de programadores ao redor do mundo e a cada dia surgem mais adeptos a esta nova maneira de se desenvolver programas de computadores. O software passa a ser livres para que todos que assim desejarem venham a colaborar com o seu desenvolvimento, manutenção e aperfeiçoamento. Como seu aparecimento na década de 80, os softwares livres surgem pela necessidade de existência de programas que não dependessem tanto das formalidades legais e imposições dadas pelos conhecidos programas prioritários.



Os softwares abertos e livres possuem algumas características próprias:

- Qualquer pessoa interessada no seu uso pode obtê-lo sem a necessidade de paga-lo;
- É permitida a sua cópia e distribuição, seja na sua forma original ou com modificações;
- Possui o seu código fonte sempre alterado para que possa ser modificado.

É importante não confundir software livres com software com software grátis porque a liberdade associada ao software livres de copiar, modificar e redistribuir, independente de gratuidade. Existem programas que podem ser obtidos gratuitamente, mas que não podem ser modificados, nem redistribuídos. Os softwares abertos e livres, são uma realidade no mercado e a cada dia vêm sendo incorporados nas organizações (estatais e privadas) em substituição aos softwares proprietários, diminuindo consideravelmente os custos da sua implementação, pois têm na sua gratuidade um grande trunfo, além de estarem munidos praticamente das mesmas funcionalidades dos softwares proprietários. Os softwares abertos e livres são hoje uma realidade ocupando um espaço no cenário tecnológico mundial. O desenvolvimento do software livre é colaborativo e compartilhado por todos os usuários, assim como a transmissão de direitos sobre ele.

Alguns dos factores que influenciam o uso dos softwares abertos e livres são: compatibilidade com outros programas comerciais; facilidade no manuseio; rápido processo de evolução e correcção de problemas; o facto de dispensar pagamentos de licenças para o uso dos programas; possibilidade de disseminação e popularização;

### 2.3.5.1 – PHP<sup>11</sup>: Hypertext Preprocessor

É uma linguagem de *scripting* de servidor (*server-side*) (os *scripts* PHP são executados no servido) de código aberto, que suporta várias bases de dados PostgreSQL, MySQL, Informix, Oracle, Sybase, Solid, Generic ODBC, etc.). O PHP é relativamente fácil de aprender e bastante eficiente ao nível do servidor. Para garantir acesso a um servidor Web com suporte PHP, pode-se instalar o Apache (ou IIS) no nosso próprio servidor, instalar PHP e PostgreSQL (ou MySQL). Outra alternativa é adquirir um plano de alojamento Web com suporte PHP e PostgreSQL (ou MySQL).

Se o seu servidor suportar PHP não necessita instalar o programa, basta criar ficheiros. php na sua directoria Web e o servidor irá processá-los.

Sendo um software livres e gratuito, a maior parte da Web hosts oferece suporte PHP, no entanto se não for o caso será necessário instalá-lo.

---

<sup>11</sup> [Http://php.net/](http://php.net/); <http://www.php.net/docs.php>; <http://www.zend.com/en/>

### 2.3.5.2 - Apache<sup>12</sup>

O servidor Apache é o mais bem sucedido servidor Web Open Source. Este servidor é compatível com o protocolo HTTP e as suas funcionalidades são mantidas através de uma estrutura de módulos, possibilitando inclusive que o utilizador escreva os seus próprios módulos (utilizando a API do software) assim como a publicação de textos, arquivos HTML, imagens e hyperlinks em uma conexão web;

É disponibilizado em versões para os sistemas Windows, Novell NetWare, OS/2 e diversos outros do padrão POSIX (Unix, Linux, FreeBSD, etc.).

### 2.3.5.3 - Mapserver<sup>13</sup>

Neste trabalho optou-se por empregar o servidor de mapas MapServer por ser um software livre e permitir o desenvolvimento de soluções SIG para Internet. De acordo com Amarante (2007), o MapServer é uma ferramenta para desenvolvimento, elaborada de acordo com as especificações OGC para construção de soluções espaciais para Internet. Esta tecnologia foi desenvolvida inicialmente no projecto *ForNet* na Universidade de Minnesota (UMN) em conjunto com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR) com código aberto (GLP). Actualmente, o MapServer é mantido pelo projecto TerraSIP (LIME, 2006).

O MapServer pode ser definido como “Servidor de Mapas”, sendo uma das principais aplicações de código aberto mais usadas para a área de publicação de mapas na Internet. Uchoa e Ferreira (2004) afirmam que, apesar de ser livres, supera os *softwares* proprietários no que se refere à flexibilidade e ao desenvolvimento de SIG para *Web*.

O MapServer compatível com vários sistemas operacionais Linux, Windows, Unix, Solaris, etc., possibilitando a flexibilidade na instalação em qualquer sistema operacional. Para que os dados sejam compreendidos, integrados e exibidos, o software necessita que esses dados tenham uma componente espacial em comum, como por exemplo, coordenadas longitudinais e latitudinais. Sua utilização pode ser combinada com diversas tecnologias de desenvolvimento, bibliotecas de programação, Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados, linguagens de programação (PHP, Java, C#, Perl), biblioteca GDAL/OGR, Proj4 (Biblioteca de Projecções e Transformações de coordenadas). Dessa forma, o software é capaz de integrar um determinado banco de dados a mapas, de acordo com as características espaciais em comum. Como resultado obtém-se a visualização dos dados do SIG, como também a criação de mapas temáticos. Dentre as características principais são destacadas as vantagens de desempenho na apresentação de resultados, compatibilidade com diversas bibliotecas de programação e alta capacidade de personalização. São gerados resultados de fácil utilização para os usuários finais, porém a elaboração de soluções depende de conhecimentos de linguagens de programação, bem como um conhecimento mínimo de configuração e publicação de *home pages* para Internet.

É uma plataforma para publicação de dados espaciais e aplicações interactivas de mapeamento. O principal objectivo desta ferramenta é a disponibilização de informação espacial através da Internet.

---

<sup>12</sup> <http://www.apache.org/>; <http://httpd.apache.org/docs-project/>

<sup>13</sup> <http://mapserver.org/>; <http://mapserver.org/documentation.html>;

#### 2.3.5.4 - P.mapper<sup>14</sup>

É um *Framework*<sup>15</sup> que oferece uma ampla funcionalidade e múltiplas configurações, de forma a facilitar a configuração de uma aplicação *Mapserver* baseada em PHP / Mapscript.

Algumas das funções que aparecem incluídas são:

- DHTML (DOM) interface zoom/pan (sem uso dos frames);
- Funções de query (identify, select, search);
- Configuração de funções, comportamento e layout bastante flexíveis;
- Interface de utilizador multilíngue;
- Plug-in API para adicionar funcionalidades personalizadas.

O p.mapper foi já testado com as versões de 4.0 a 5.2 do MapServer em ambiente Windows, Linux, e Mac OS X.

#### 2.3.5.5 - Quantum GIS<sup>16</sup>

O projecto nasceu oficialmente em Maio de 2002, quando começou a ser escrito o seu código. A ideia foi concebida em Fevereiro desse ano quando o seu autor – Gary Sherman – procurava um visualizador SIG para Linux que fosse rápido e suportasse uma vasta gama de formatos de dados. Isso, associado ao interesse em programar uma aplicação SIG levou à criação do projecto. A primeira versão, quase não funcional, saiu em Julho de 2002 e suportava apenas layers PostGIS.

Hoje em dia, o Quantum GIS (QGIS) é uma aplicação SIG de fácil utilização que pode funcionar em sistemas operativos Linux, Unix, Mac OSX e Windows. Suporta dados vectoriais (shapefiles ESRI, GRASS, PostGIS, MapINFO, SDTS, GML e a maioria dos formatos suportados pela biblioteca OGR), raster (TIFF, ArcINFO, raster de GRASS, ERDAS, e a maioria dos formatos suportados pela biblioteca GDAL) e bases de dados. QGIS é distribuído com licença GNU Public Licence e possui uma arquitectura que permite extensibilidade através de plug-in.

#### 2.3.6 - Critérios de desenvolvimento de um SIG na Internet

A Web não é apenas o equivalente electrónico de um jornal ou revista, é um meio de comunicação que só é limitado pela inovação e criatividade dos programadores. A Internet oferece maneiras de melhorar essas publicações utilizando animações, áudio, aplicação multimédia, bases de dados, entre outros. Na verdade, as páginas dinâmicas (com conteúdo dinâmico) são o que dá vida à Internet.

Existem dois tipos de páginas que podem ser disponibilizados por via da Internet: as páginas estáticas e as páginas dinâmicas ou interactivas. As estáticas são aquelas cujo formato de dados não permite ao utilizador obter mais informações além daquelas mostradas no próprio mapa e na legenda (GIF, JPEG, PDF, BMP e etc.) limitando desta forma que se realizem pesquisas com maiores detalhes. O outro tipo de páginas “dinâmicas ou interactivas” que é objecto de estudo neste presente trabalho,

---

<sup>14</sup> <http://www.pmapper.net/>; <http://svn.pmapper.net/trac/wiki>

<sup>15</sup> É uma abstracção que une códigos comuns entre vários projectos de software provendo uma funcionalidade genérica

<sup>16</sup> [Http://qgis.org/](http://qgis.org/)

permite que os mapas possam ser visualizados com mudanças de escala, navegação e consultas sobre seus atributos geográficos, conectados a uma base de dados (PostgreSQL/PostGIS), podem ser realizadas. Além da vantagem dos usuários poderem formar cenários com os mapas disponíveis na rede, através da mudança de parâmetros. Ou seja, novos temas podem ser criados.

As páginas Web dinâmicas estão a tornar-se a norma, por boas razões. Consideram-se neste trabalho o seguinte: as páginas Web dinâmicas contêm muito pouco texto. Em vez disso, elas vão buscar as informações solicitadas a partir de outras aplicações. As páginas Web dinâmicas comunicam com as bases de dados para, por exemplo, extrair informações das formações geológicas, tipos de solos, etc.

A internet, deixa de ser somente um meio visualizar a informação, tornando-se cada vez mais, uma ferramenta da edição remota, que adiciona, modifica e remove as informações nela contida. Elas tornaram-se verdadeiras aplicações, permitindo efectuar actualmente todos os tipos de tarefas de forma remota – usando o padrão HTTP.

### **2.3.7 - Informação gerencial relevante (exemplos)**

Ao contrário de outro tipo de programas e aplicações, em que a maioria dos dados é gerada pela própria aplicação, no mundo do WebSIG é quase sempre necessário complementá-las com alguns dados pré-existent. Na Internet existe uma grande variedade de mapas e dados geográficos, o problema é que estão espalhados por toda a Web, sem que existam motores de busca vocacionados para dados geográficos. Assim, encontrar os dados georreferenciados que necessitamos para a nossa aplicação pode tornar-se num grande despique e muitas vezes maior do que utilizá-los assim que os tenhamos.

Outro problema que muito aflige ao descarregar dados na Internet e/ou obter de outras formas, embora livres, é que estes não são providos de quaisquer tipos de metadados geoespaciais, tornando praticamente impossível a sua incorporação numa aplicação WebSIG. Depois de encontrados, os dados que possam ser usados, surge então o problema de não haver um padrão internacional para formatos de ficheiro, pelo que os dados podem estar em diversos formatos binários. Nestas situações, recorreremos a algumas aplicações que nos permitam converter os dados de um formato para outro, como ogr2org ou GPSBabel.

Um dos formatos mais comuns para dados vectorais é o ESRI shapefile, que apesar de não ser um standard aberto, está bem documentado e é amplamente utilizado (formato empregado neste trabalho). À semelhança do Adobe PDF, muitas aplicações, tanto comerciais como open source, podem facilmente ler e escrever este tipo de ficheiros.

Bons exemplos de dados livres contidos em WebSIG a recomendar-se para a procura em bases de dados criadas e mantidas por entidades governamentais e/ou privadas podem citar-se:

<b>Descrição</b>	<b>Instituição</b>	<b>Link</b>
Disponibiliza produtos de Portugal via WFS	Instituto Geográfico Português	<a href="Http://mapas.igeo.pt/igp/wfs_sig.html">Http://mapas.igeo.pt/igp/wfs_sig.html</a>
<b>Bases Cartográficas</b> (nos formatos vectorial e raster)	Sapo.pt	<a href="Http://mapas.no.sapo.pt/html/cartografia.html">Http://mapas.no.sapo.pt/html/cartografia.html</a>
Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - Portugal	SNIRH	<a href="Http://snirh.pt/">Http://snirh.pt/</a>
Disponibiliza dados para a utilização em SIGs	Igeoe	<a href="Http://www.igeoe.pt/mapas/html/AplicacoesClientes.htm">Http://www.igeoe.pt/mapas/html/AplicacoesClientes.htm</a>
Portal da água (Portugal)	INAG	<a href="Http://intersig-web.inag.pt/intersig/mapas.aspx?map=106">Http://intersig-web.inag.pt/intersig/mapas.aspx?map=106</a>
Disponibiliza informação geográfica dos Estados Americanos	Data.Gov	<a href="Http://www.data.gov/">Http://www.data.gov/</a>
Global Administrative Areas	Internacional Research Institute	<a href="Http://www.gadm.org/country">Http://www.gadm.org/country</a>
Disponibiliza informação georreferenciada Mundial	gfoss	<a href="Http://download.gfoss.it/">Http://download.gfoss.it /</a>
Disponibiliza informação georreferenciada em vários formatos	osgeo	<a href="Http://download.osgeo.org/gdal/data/">Http://download.osgeo.org/gdal/data/</a>
é um motor de busca especializada em serviços Web (implementação de normas publicadas pelo OGC)	OWS Search Engine	<a href="Http://ows-search-engine.appspot.com/">Http://ows-search-engine.appspot.com/</a>
Disponibiliza imagens georreferenciadas em vários formatos e resoluções.	NASA	<a href="Http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/">Http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/</a>

Tabela 2 – tabela descritiva com o nome da Instituição e seu respectivo sítio na internet

### 2.3.8 - Conclusão

Inicialmente definiu-se quais os tipos de dados, seus atributos, não espaciais assim como as representações geométricas e cartográficas que serão associadas. Os procedimentos necessários para à construção do banco de dados. O referencial geográfico que permitirá delimitar a região de observação das entidades que serão incorporadas no Geokwanza.

O banco de dados possuirá um conjunto de arquivos, que se transformarão em informações a medida que manipulados. Os programas solucionados para a construção do aplicativo serão capazes de garantir o armazenamento, gerenciamento e disponibilidade dos dados. Eles possuem estruturas que permitem armazenar grandes quantidades de dados e estão munidos de mecanismos de controlo de entrada e saída de informações.

A implementação do Geokwanza vai gerar conhecimento, a sua utilização permitirá ultrapassar questões específicas de conhecimentos avançados de sistemas de informação geográfica para o conhecimento geológico da bacia sedimentar do kwanza por parte dos interessados.

Uma das grandes vantagens que o geokwanza oferecerá é a impressão de mapas, a pesquisa e a sobreposição de informação geológica.

## **CAPÍTULO III – GEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO KWANZA E MODELO CONCEPTUAL DE GESTÃO DE DADOS GEOLÓGICOS**

### **3.1 – Introdução**

É descrita neste capítulo a constituição geológica da bacia sedimentar do Kwanza com base na carta geológica à escala 1:250000 elaborada pela Total EP e Sonangol. Procura-se caracterizar o nível de conhecimento geológico da Região. Este embasamento de informações resume-se na análise profunda da documentação existente e disponível sobre estratigrafia, tectónica, geomorfologia, história geológica e geologia económica.

Este é o primeiro WebSIG sobre a geologia da bacia do Kwanza; e foi elaborado com base na compilação e análise de toda a informação publicada e não publicada dos trabalhos realizados naquela parcela do território nacional no período antes da independência e pós-independência, de realçar que 90% desta informação foi adquirida em papel e posteriormente digitalizada, georreferenciada e vectorizada. Posteriormente, os dados foram reinterpretados de acordo com os novos conhecimentos, metodologias e ferramentas. Deste conjunto de documentos destaca-se os levantamentos geológicos realizados pelos Serviços de Geologia e Minas de Angola (IGEO), Instituto de Investigação Científica de Angola, Sonangol, Cabinda Gulf Oil, Total, e as Cartas Geológicas de Angola (Carvalho, H. – 1983)

Atendendo ao interesse económico que a bacia oferece (áreas potenciais de petróleo e gás da plataforma continental), achou-se por bem representarem-se os poços perfurados de algumas áreas do fundo oceânico adjacentes ao Continente.

Na elaboração deste trabalho foram utilizadas todas as fontes de dados que serviram de base para a elaboração da Carta Geológica assim como outra informação publicada e manuscritos que se encontram nos arquivos do Instituto Nacional de Geologia. Os poços não apresentam dados de profundidade (geológica, estratigráfica e sísmica), por possuir carácter sigiloso mas no entanto estes dados estão disponíveis no banco de dados das empresas de pesquisa e exploração que operam na plataforma Angolana, podendo os interessados adquiri-las através da Sonangol (Empresa Angolana de Pesquisa e Exploração Petrolífera) proprietária dos dados.

### **3.2 – Principais Bacias Sedimentares de Angola**

O pacote sedimentar angolano é subdividido em cinco (5) sectores (Figura 7), os quais se resumem a três bacias costeiras, nomeadamente a Bacia do Congo (limitada entre o rio Zaire e a Ponta da Musserra), a bacia do Kwanza (entre Musserra e o paralelo 12° 00') e, por fim, a Bacia do Namibe (entre o paralelo 13° 45'S e o limite sul é representado pela Namíbia), tal como representado na Figura 1 (WEC 1991).



Figura 7 – Principais bacias sedimentares de Angola (Araújo, A.G., Prevalov et al)

A Região da Bacia do Cuanza está relacionada com um fenómeno de importância regional – a evolução da margem Continental angolana, ou seja, a abertura do Atlântico Sul. Neste contexto, torna-se relevante apresentar uma breve síntese da evolução da margem angolana, a fim de melhor compreender e enquadrar os processos geológicos – estruturais locais no espaço / tempo.

Com base nos conceitos de tectónica de placas e da migração dos continentes, e de acordo com o estilo estrutural e características litológicas presentes, vários autores (Cunha Baptista, 1991, Marcelino & Kaziluque, 2000) definiram os diferentes eventos evidentes nas bacias sedimentares costeiras e na plataforma continental que reflectem as diversas fases de evolução das bacias que compõem a margem angolana.



### 3.2.1 - Evolução Tectónica da bacia sedimentar do Kwanza

A evolução tectónica e sedimentar da bacia do Kwanza resultou, numa fase inicial, da movimentação das placas tectónicas que provocaram a fracturação do super continente Gondwana (figura 8).

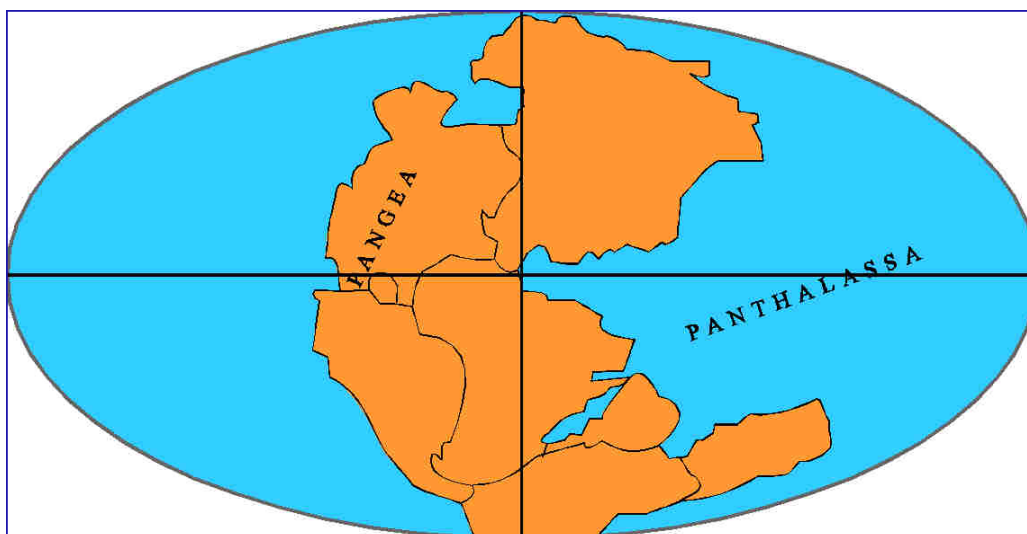


Figura 8 – Início da divisão da Pangeia (Leonor Guerra/teoria da derivação continental, 2010)

Estes movimentos estiveram, então, na base da separação dos continentes Africano e Sul-americano (Figura 9) e que ainda se reconhecem nos dias de hoje, devido ao aumento progressivo do afastamento dessas placas continentais. Assim sendo, a abertura do Oceano Atlântico teve início no Jurássico tardio / Cretácico inferior, período em que a placa africana foi submetida a esforços distensíveis que levaram à abertura do *Rift*, ao longo das zonas crustais estruturalmente mais frágeis. A evolução desta bacia ocorreu segundo vários episódios tectónicos distintos, cada um deles evidenciando uma estratigrafia e um estilo estrutural próprio. Esses movimentos tectónicos são divididos em 5 (cinco) episódios, nomeadamente:

- Pré-*Rift*, que é caracterizado por um tectonismo suave;
- Sin-*Rift* I e II, caracterizados por um forte tectonismo;
- Pós-*Rift*, caracterizado por um tectonismo moderado;
- Subsidência regional, que é caracterizada pelo forte basculamento da bacia (tectonismo activo).

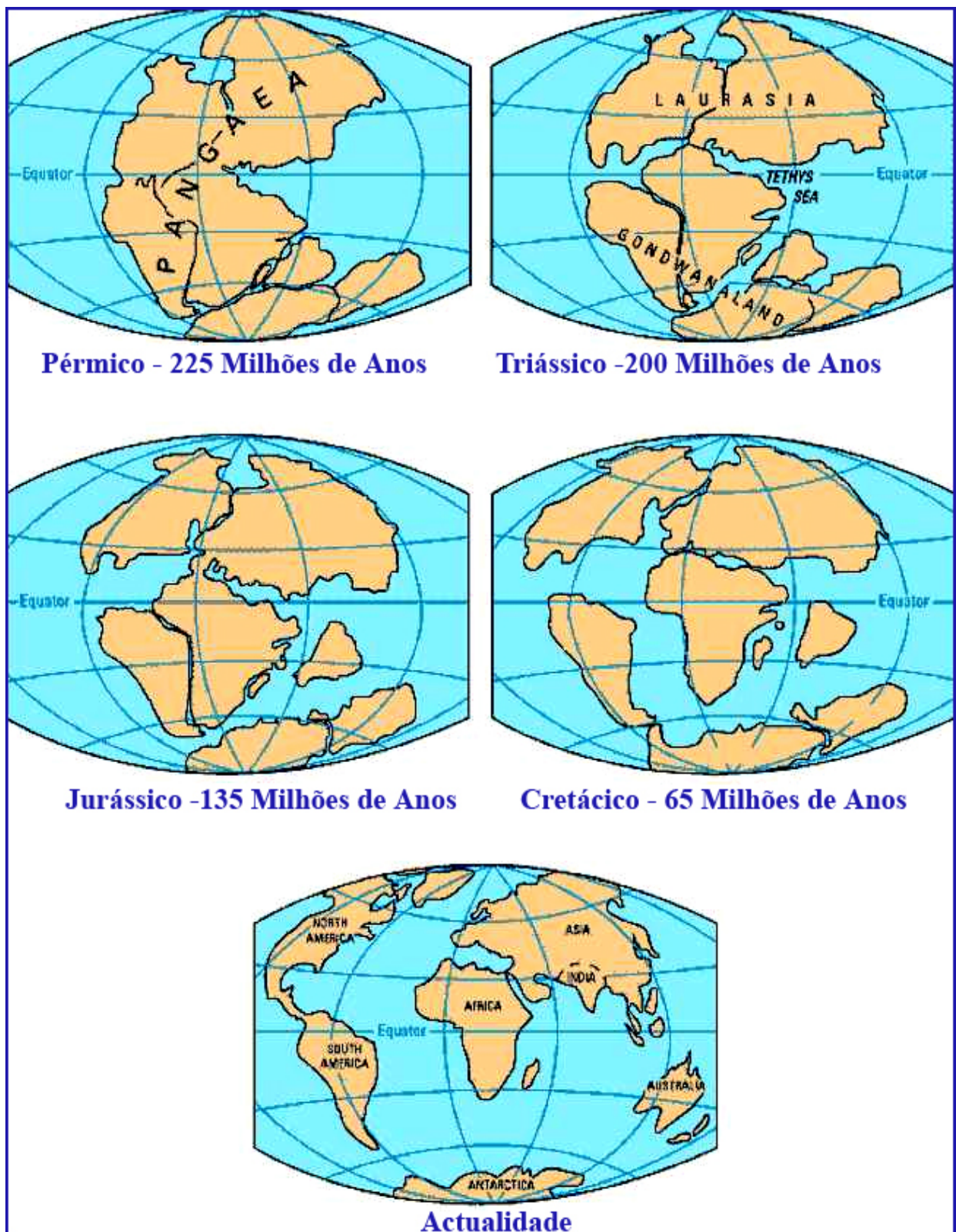


Figura 9 – Separação dos continentes Africano e Sul-Americano (Leonor Guerra/teoria da derivação continental, 2010)

### 3.2.2 – Estratigrafia da Bacia do Kwanza

As formações da Bacia do Kwanza foram depositadas discordantemente sobre o Soco cristalino e em diferentes ambientes (Figura 10). Elas compreendem sedimentos de idade pós Pré-câmbrio ao Quaternário na seguinte sequência:

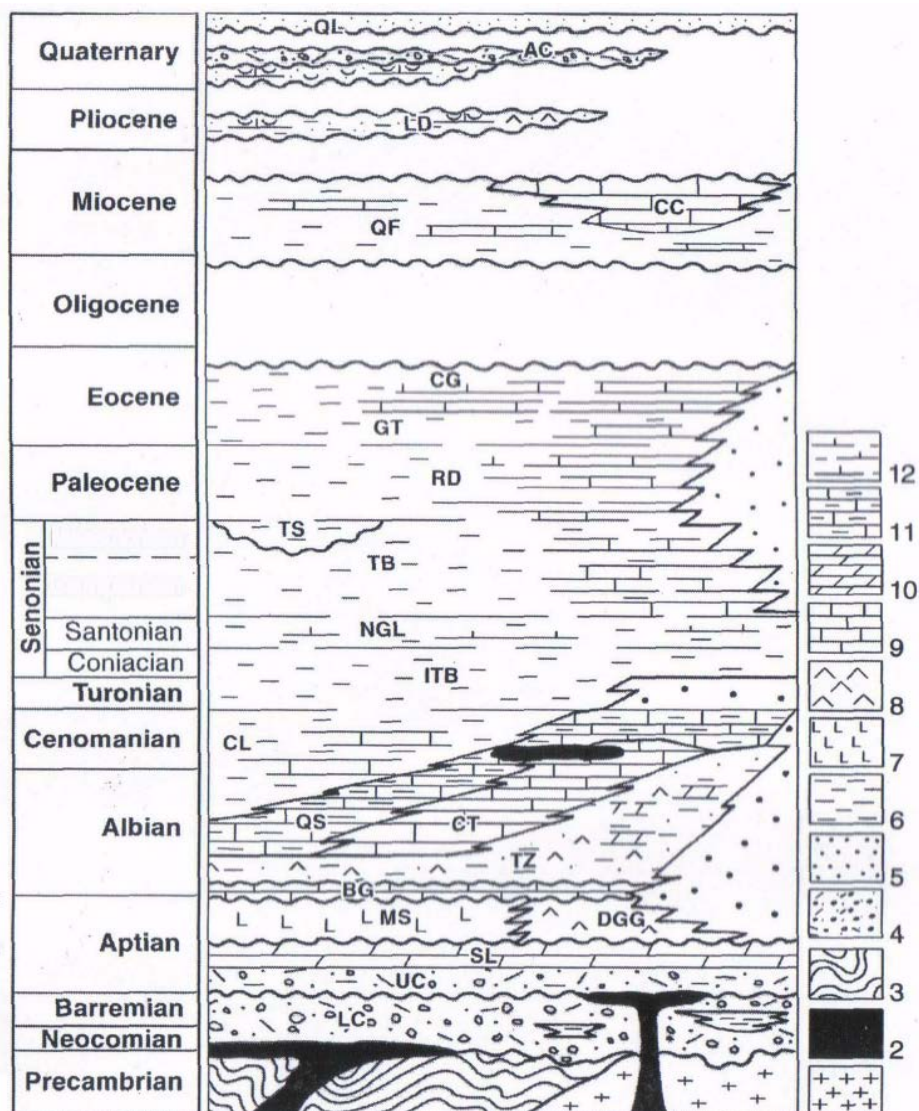


Figura 10 - Estratigrafia da bacia do Kwanza (GeoLuanda 2000 Int. Conf., Guide Book Luanda – Benguela - Dombe Grande, 2000)

1) Rochas intrusivas, granito - 2) rochas efusivas, basalto - 3) rochas metamórficas - 4) conglomerados - 5) areias - 6) shales - 7) evaporitos - 8) gesso - 9) carbonatos - 10) carbonatos e dolomites silicificados 11) Calcilutitos 12) marls - LC Cuvo - SL Formação Chela - MS Formação sal maciço - DGG Formação Dombe Grande - TZ Formação Tuenza - CT Formação Catumbela - QS Formação Quissonde - CL Formação Cabo Ledo - ITB Formação Itombe - NGL Formação N' Golome TB Formação Teba - TS Tchipupa Shales - RD Formação Rio Dande - GT Formação Gratidão - CG Formação Cunga - QF Formação Quifangondo - CC Formação Cacucaco - LD Formação Luanda - AC Formação Areia Cinzentas - QL Formação Quelo.



- 1) I – **Formação Cuvo**: Pode-se distinguir em trabalhos de campo e depois de realizadas as análises laboratoriais que a formação cuvo encontra-se subdividida em duas partes (o que não se verifica na coluna estratigráfica publicada – Figura 10);
  - *Cuvo inferior ou vermelho*: Formado por conglomerados, que apresentam fragmentos de rochas gnaissícas e outras metamórficas do soco cristalino, bem como arenitos (possivelmente de cor vermelho), de idade Neocomaniano a Barreniano, é de ambiente fluvial ou lacustre;
  - *Cuvo superior ou cinzento*: Constituído por arenitos (grossos ou finos) com intercalações de calcários conquíferos normalmente rico em ostracodos, de idade Barreniano ou Ante Apciano, de ambiente lagunar com uma evolução para fácies marinhos. De potencial enquanto rocha reservatório Play do pré-sal bem como rocha reservatório;
- 2) II – **Formação Sal Maciço**: Constituída por dolomite, anidrite dolomítica, e anidrite ou Halite. Esta sequência evaporítica é de idade Apciana e foi depositada num ambiente lagunar ao marinho nerítico;
- 3) III – **Formação Binga**: Formada por calcários oolíticos e bioclastos, calcários sublitográficos com dolomia microcristalina e anidrite; esta formação de idade Apciano-Albiano foi depositada num ambiente lagunar à plataforma;
- 4) IV – **Formação Tuenza**: Representada por dolomias muito anidritizadas por vezes com intercalações de evaporitos. Esta formação depositada num ambiente lagunar foi definida como sendo de idade Albiana;
- 5) V – **Formação Catumbela**: Composta por calcarenitos e calcários marinhos com algas e corais, bioclásticos, pisoolitos, fragmentos arredondados e calcarenitos conquíferos. De idade Albiana Superior e depositada num ambiente marinho pouco profundo (plataforma);
- 6) VI – **Formação Quissonde**: Depositada num ambiente de plataforma externa constituída por calcários margosos com fragmentos de conchas na base, lagemas e fragmentos de conchas na parte média e lagemas no topo;
- 7) VII – **Formação Cabo Ledo**: Caracteriza-se pela dominância das margas sobre os calcários conquíferos. Depositada num ambiente marinho de grande profundidade (Batial-Nerítico), e é de idade Cenomaniana;
- 8) VIII – **Formação Itombe**: Constituída por margas calcárias com amonites e intercalações arenosas. Esta formação foi depositada num ambiente de mar pouco profundo, é de idade Turoniana;
- 9) IX – **Formação Ngolome**: De idade Turoniano-Campaniana, é constituída por margas pelágicas caracterizada pelo seu conteúdo em micro-fosseis (Globotrucana);
- 10) X – **Formação Teba**: Margas com calcários lumachelicos e restos de Inoceramus com níveis fosfatados. Depositou-se num ambiente de plataforma de idade Maestrichtiana;
- 11) XI – **Formação Cunga-Gratidão**: Constituída por margas gresosas com lentilhas e concreções calcárias e calcários silicificados. Depositadas num ambiente pelágico de idade Eocénica;
- 12) XII – **Formação Quifangondo**: Representada por argilas com intercalações siltosas, calcários gresosos lumachélicas; e ricas em foraminíferos, de idade Oligocénico-Miocénica, depositada em ambientes de plataforma externa à

- batial;XIII – **Formação Cacuaco**: Constituída por calcários com algas, equinoderme e bivalves, com calcarenitos; depositados num ambiente litoral a circo litoral, de idade Oligocénica;
- 13) XIV – **Formação Luanda**: Composta por margas castanhas com foraminíferos, areias litorais e grés com conchas. De idade Pliocénica e depositada num ambiente litoral;
- 14) XV – **Formação Areias Cinzentas** – São sedimentos constituídos por areias heterométricas com abundante matriz siltosa-arenosa no seio dos quais se encontram imensos seixos sub-arredondados de dimensões de centímetros. Este conjunto litológico, que apresenta uma posição estratigráfica e características litológicas bem definidas e uma extensão areal significativa, foi designada por Formação Areias Cinzentas. Pela presença de fragmentos de quartzo e de calhau trabalhados pelo homem tal formação poderá ser considerada como de idade pleistocénica (Duarte-Morais, M.L *et al*, 2004).
- 15) XVI – **Formação Quelo**: Constituída por areias ferruginosas e grés de cor vermelha. Depositou-se num ambiente continental, é de idade Plio-Quaternária.

### **3.3 - Análise dos benefícios e funcionalidades do WebSIG no âmbito do conhecimento geológico.**

A necessidade da implementação de um WebSIG no âmbito do Geokwanza torna-se evidente pela necessidade premente da integração, padronização e consolidação de uma estrutura de dados georreferenciados da bacia sedimentar do Cuanza.

O Geokwanza foi desenhado para catalogar e dispor toda a informação espacial disponível e possível que, com frequência, é desconhecida ou não tem canais adequados para dar-se a conhecer. Este esforço implica respeitar os padrões universais de apresentação de dados, definir referências espaciais comuns, promover os padrões de interoperabilidade para garantir o intercâmbio de informação e proporcionar as ferramentas e conhecimentos para que, sobretudo, fiquem ao alcance das Administrações e do público em geral.

Por outro lado, os avanços tecnológicos não foram acompanhados de outras melhorias relacionadas com os canais de distribuição e acesso do público aos dados. A problemática é variada e é resumidamente apresentada a seguir:

1. Dispersão dos dados e inacessibilidade na sua aquisição;
2. Documentação incompleta dos dados produzidos pelos produtores independentes;
3. Desconhecimento por parte dos produtores dos pormenores dos dados que possuem;
4. Problemas de atitude: secretismo ou desconfiança para dar a conhecer ou partilhar os dados;
5. Pouca predisposição dos produtores para actuar em equipa;
6. Impasses administrativos ou preços especulativos para a aquisição dos dados produzidos;

Em geral, pode-se afirmar que há uma forte demanda de dados espaciais, mais ainda, é insuficiente a produção que não tem sido suficientemente rentabilizada. A informação isolada sobre um problema tem sempre um preço maior que a informação bem documentada e completa sobre o mesmo problema.

Num país de dimensão continental como Angola, com grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas ligados à prospecção de jazigos minerais, impactos ambientais, etc. Todas as iniciativas cujo objectivo é o de promover a partilha de informações geocientíficas, são e serão sempre bem-vindas para o conhecimento e entendimento dos fenómenos espaciais e, a bacia sedimentar do kwanza não foge a esta regra.

### **3.4 - Especificações essenciais e técnicas para a implementação de um SIG em ambiente Internet**

Essencialmente a implementação do sistema começa tendo como premissas básicas as recomendações e lições aprendidas durante as conferências das mais variadas unidades curriculares do mestrado. Tecnicamente e procurando-se conformidade na troca de informações, foi adoptado o padrão OpenGIS, cujo objectivo é o de desenvolver especificações de geoprocessamento publicamente disponíveis e definir padrões para interfaces e protocolos do tipo aberto e livres, que suportem soluções de interoperabilidade na Internet.

O cronograma de implementação obedeceu as seguintes fases de trabalho:

1. Pesquisa bibliográfica e abordagens sobre os novos levantamentos;
2. Recomendação corporativa para padronização e consolidação da base de dados georreferenciada;
3. Estudo da viabilidade da implementação do projecto;
4. Definição dos softwares a utilizar;
5. Treinamento para o aprendizado dos softwares seleccionados;
6. Treinamento em Bancos de Dados;
7. Elaboração da base cartográfica, na escala 1:100 000;
8. Início da implementação do WebSIG;
9. Conclusão da implementação;
10. Testes de funcionamento;
11. Disponibilização via Intranet.

#### **3.4.1 - Definição de um modelo de dados**

Utilizando a terminologia de Burrough e McDonnell (1998), um modelo de dados resume-se num esquema formal que replica os processos do mundo real que tenta modelar. Definem-se modelos de dados como a enumeração geral de um conjunto específico de elementos e das afinidades entre estes conjuntos de entidades. Em termos geológicos uma entidade pode ser um poço, uma formação ou uma falha. Uma entidade deve ser identificável e distinguível. O essencial na abordagem do modelo entidades e relações espaciais é o facto de ambos possuírem atributos que lhe são associados.

É praticamente conceitual que a construção de um modelo reside na conceptualização de um problema de formas a responder a questões de interesse científico ou social. Uma concepção bem sucedida de um modelo de dados espaciais em Sistemas de Informação Geográfica deve considerar as seguintes condições:

Cenário geográfico e descrições espaciais de fenómenos são necessários para correctamente representar o sistema em estudo.

A aproximação (modelo de dados espaciais) deve ser usada para gerir e representar estas entidades espaciais.

O conjunto particular de instruções e informação (estrutura de dados) irá ser necessária em termos computacionais para reconstruir o modelo de dados em formato digital.

### **3.4.2 - Especificação da informação necessária**

Todos os fenómenos geográficos, pelo menos no que se refere a um ambiente bidimensional, podem ser representados por 3 (três) tipos de entidades (Pontos<sup>17</sup>, linhas<sup>18</sup>, áreas ou polígonos<sup>19</sup>). O Geokwanza é composto por várias categorias de informação, organizadas pelos seguintes níveis: hidrografia, sistema viário, falhas, geologia, poços, blocos administrativos, curva de nível e limites de localidades.

A seguir apresentam-se os atributos de cada uma delas:

1. Hidrografia – Linhas; (Id; Nome; Tipo)
2. Sistema Viário – Linhas; (Id; Nome; Classificação)
3. Falhas – Linhas; (Id; Tipo)
4. Geologia – Polígonos; (Id; litologia)
5. Estratigrafia – Polígonos; (Id; Idade)
6. Poços – Pontos; (Id; Nome; Tipo; Classe)
7. Divisão Administrativo – Polígonos; (Id; Nome: Capital; Municípios; Distritos)
8. Curva de nível – Linhas; (Id; Valor cotado)
9. Divisão da Bacia Onshore – Polígonos; (Id; Bloco; Data\_Furo; Empresa)
10. Divisão da Bacia Offshore – Polígonos; (Id; Bloco; Data\_Furo; Empresa)
11. Modelo Digital de Elevação – Raster.

As três primitivas geométricas acima descritas não são todavia suficientemente convenientes para descrever a complexidade de certos fenómenos ou entidades geográficas de forma. Os conceitos de área e linha podem ser alargados para produzir dois outros tipos de entidades, nomeadamente superfícies e redes.

### **3.4.3 - Tipos de dados**

Para padronizar a criação da aplicação Geokwanza, estipulou-se uma estrutura básica de directórios no servidor de mapas (MapServer), os quais foram os responsáveis pelo armazenamento dos arquivos necessários para o seu funcionamento. Na referida estrutura, existe uma separação dos dados geográficos (rasters e shapefiles) dos arquivos de aplicativo (mapfiles e templates).

Os dados são representados por símbolos, ou seja, por, formas, linhas, cores e texto para representar os elementos do mundo real. Trata-se de uma abstracção da realidade uma vez que somente alguns aspectos ou entidades são mostrados, por exemplo, estradas, acidentes tectónicos, cortes geológicos, poços perfurados, rios, etc. Todos os aspectos apresentados através do visualizador constituem uma aproximação ao

---

<sup>17</sup> Ponto: é constituído por um único par de coordenadas xy.

<sup>18</sup> Linhas: União de dois ou mais pontos utilizadas para descrever elementos numa dimensão.

<sup>19</sup> Uma área é utilizada para representar a extensão e forma de uma entidade espacial.

que se pode encontrar no terreno. Alguns dos elementos apresentados tais como as estradas, se encontram correctamente localizados, mas encontram-se exagerados em termos da sua espessura. Este exagero visa facilitar a sua observação. Para o uso do aplicativo exige-se sensibilidade visual e habilidade, para se poder interpretar toda a informação disponível à luz do conhecimento geológico da região.

#### **3.4.4 - Conclusão**

A informação geológica joga um papel importante na promoção das actividades de pesquisa geológicas e no desenvolvimento do sector. O geokwanza visa disponibilizar importante informação geológica da região tal como (litoestratigráficas, divisão dos blocos de exploração em offshore e onshore, etc.

O tipo de dados objectivados a apresentar abarcará toda a região da bacia sedimentar do kwanza e classificar-se-ão em:

- Geologia (regional incluindo mapas administrativos);
- Geofísica (magnética, radiométrica e sísmicos);
- Geoquímicos (rochas e sedimentos)
- Poços perfurados
- Concessões
- Outras fotografias

Os dados serão arquivados em formato shapefiles, e raster, possibilitando desta forma a sua projecção e exportação dos mapas resultantes.

O geokwanza possui a sua concepção com base em informações padronizadas e organizadas de forma a permitir a crítica dos dados, segundo regras universalmente predefinidas. Para poder atingir o objectivo proposto pelo WebSIG houve a necessidade de preparar-se os dados e a modelação e estes obedeceram alguns princípios tais como:

- Compilação e pré-processamento da informação (maioritariamente analógica);
- Georreferenciação;
- Organização dos dados e inventário;
- Selecção da informação de maior interesse geológico;
- Padronização da informação;
- Organização dos dados em diferentes graus de importância e qualidade.

O geokwanza deverá ser permanentemente actualizado e aperfeiçoado, deverá igualmente apresentar uma interface gráfica amigável e escrito em português.



## **CAPÍTULO IV – Desenvolvimento da aplicação WebSIG e Implementação em Ambiente Internet.**

### **4.1 – Introdução**

Neste capítulo é descrito as fases que antecederam e permitiram o desenvolvimento deste trabalho utilizando as aplicações distribuídas para informação geográfica. Descrevem-se os procedimentos que permitiram a publicação da informação através do servidor de dados geográficos *MapServer* e o Framework *Pmapper*; faz – se apresentação dos softwares e pacotes utilizados a publicação de dados é detalhado o carregamento dos *shapfiles* a base de dados *PostgreSQL/PostGIS* e posteriormente disponibilizar os dados a partir de um Directório raiz ou do *Postgre/PostGIS*. Posteriormente com todas as configurações feitas far-se-á preparação do ficheiro *Mapfile* o que permitirá finalmente realizar a configuração das camadas no Framework.

### **4.2 - Software Aberto e gratuito**

O conceito de softwares livre foi adoptado por uma população de programadores ao redor do mundo e a cada dia surgem mais adeptos a esta nova maneira de se desenvolver programas de computadores. O software passa a ser livre para que todos que assim desejarem venham a colaborar com o seu desenvolvimento, manutenção e aperfeiçoamento. Como seu aparecimento na década de 80, os softwares livres surgem pela necessidade de existência de programas que não dependessem tanto das formalidades legais e imposições dadas pelos conhecidos programas prioritários (Giovanni Manghi, 2011)

Os softwares abertos e livres possuem algumas características próprias:

- Qualquer pessoa interessada no seu uso pode obtê-lo sem a necessidade de paga-lo;
- É permitida a sua cópia e distribuição, seja na sua forma original ou com modificações;
- Possui o seu código fonte sempre alterado para que possa ser modificado;

É importante não confundir software livres com software gratuito porque a liberdade associada ao software livres de copiar, modificar e redistribuir, independente de gratuidade. Existem programas que podem ser obtidos gratuitamente, mas que não podem ser modificados, nem redistribuídos. Os softwares abertos e livres, são uma realidade no mercado e a cada dia vêm sendo incorporados nas organizações (estatais e privadas) em substituição aos softwares proprietários, diminuindo consideravelmente os custos da sua implementação, pois têm na sua gratuidade um grande trunfo, além de estarem munidos praticamente das mesmas funcionalidades dos softwares proprietários (Os softwares abertos e livres são hoje uma realidade ocupando um espaço no cenário tecnológico mundial). O desenvolvimento do software livre é colaborativo e compartilhado por todos os usuários, assim como a transmissão de direitos sobre ele.

Alguns dos factores que influenciam o uso dos softwares abertos e livres são: compatibilidade com outros programas comerciais; facilidade no manuseio; rápido processo de evolução e correcção de problemas; o facto de dispensar pagamentos de licenças para o uso dos programas; possibilidade de disseminação e popularização;

### 4.3 - Escolha dos Softwares

Das etapas mais complexas que antecederam o desenvolvimento do sistema, a sua aprendizagem exigiu do autor uma formação específica em diverso software aberto, o que permitiu compreender não só os benefícios que cada um deles nos proporciona, mas também os custos da sua implementação, personalização e manutenção. Na escolha do software utilizado neste trabalho teve maior peso o facto de ser grande a disponibilidade de material de apoio através da Internet e internautas, a facilidade de instalação e manuseamento dos mesmos, a crescente comunidade de utilizadores de software livres que é mundialmente reconhecida como sendo comunicativa, activa, assim como a velocidade de actualização dos aplicativos (praticamente diária). Existem algumas empresas que se destacam e podem ser encontradas na figura 11.

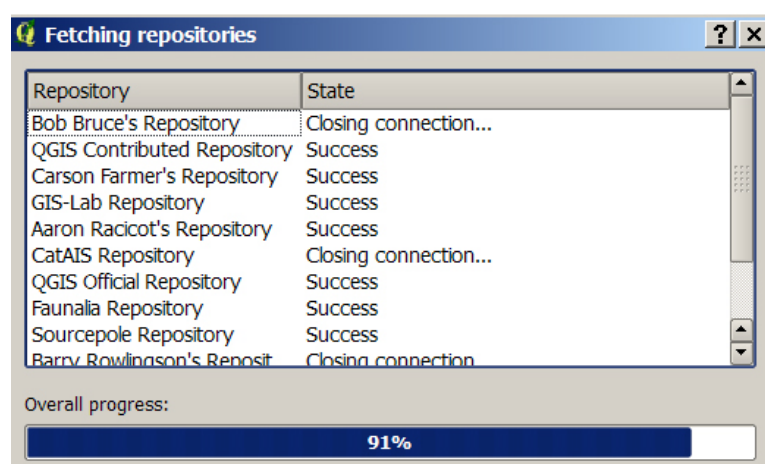


Figura 11 - Painel de actualização do “Quantum-GIS” (Quantum Gis, 2011)

Foram seleccionados para a realização deste trabalho os aplicativos seguintes:

- *Quantum GIS 1.6;*
- *MapServer 3.0.1;*
- *Framework Pmapper 4.0.0;*
- *PostgreSQL/PostGIS e posteriormente 8.4*

#### 4.3.1 - Solução Implementada

- **Quantum GIS/Grass**

Este aplicativo atendeu às necessidades do trabalho, e foi utilizado para a edição e tratamento dos dados geológicos. Permitiu através da ferramenta “Georeferencer” o georreferenciamento dos mapas necessários, tornando as suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Este processo iniciou-se com a obtenção das coordenadas de pontos do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controlo. Estes pontos foram seleccionados através dos locais que ofereceram feições físicas perfeitamente identificáveis. Posteriormente à georreferenciação, foram vectorizados os referidos pontos, linhas e polígonos, que serão utilizados na representação das feições apresentadas no aplicativo Web, usando as coordenadas cartográficas UTM WGS84 – ZONA 33S.

#### 4.3.1.1 - Carregamento e disponibilização dos dados a partir do PostGIS

Foi através da extensão “*Spirit*” que se fez a conexão com o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL + PostGIS (Figura 12) com um grau elevado de segurança dos dados nele armazenados.

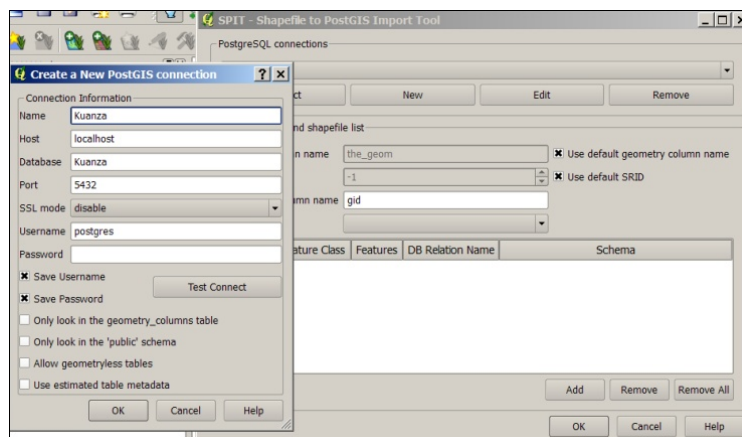


Figura 12 – Conexão Quantum GIS – PostGIS (Post Gis, 2011)

Uma vez carregada, a camada de informação proveniente do *PostGIS* comporta-se como qualquer outra camada vectorial (Figura 13) com permissões para ser editada, exportada, etc.

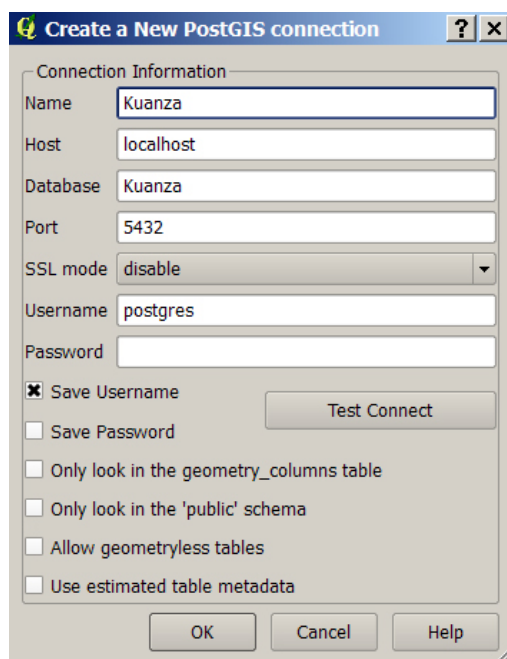


Figura 13 – Conexão à base de dados kuanza no *Postgis*

Podem-se criar ainda subconjuntos de dados a partir de uma camada *PostGIS*, especificando-se uma determinada *query* de forma a limitar as *features* que são

carregadas (Figura 14) e serem visualizados posteriormente em ambiente de edição (Figura 15)

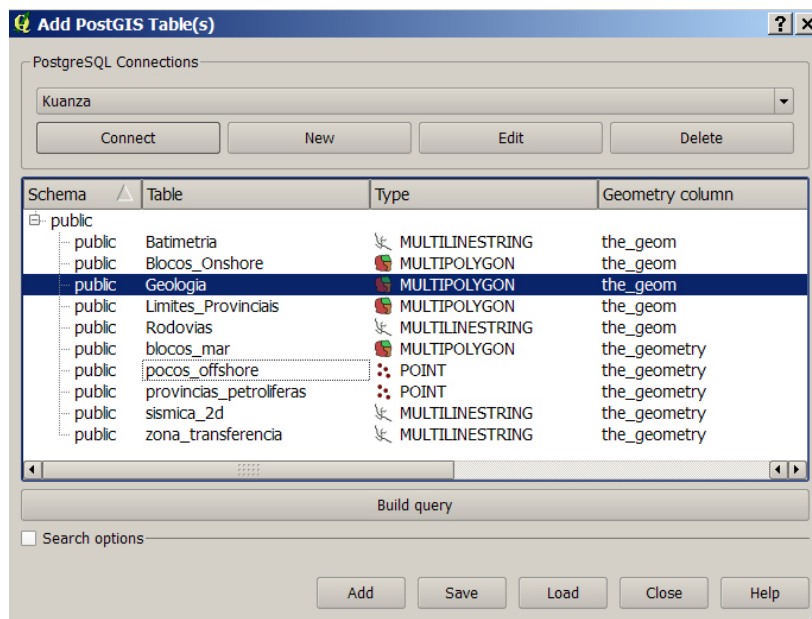


Figura 14 – Query e Exportação da camada de informação do PostgreSQL (Post Gis, 2011)

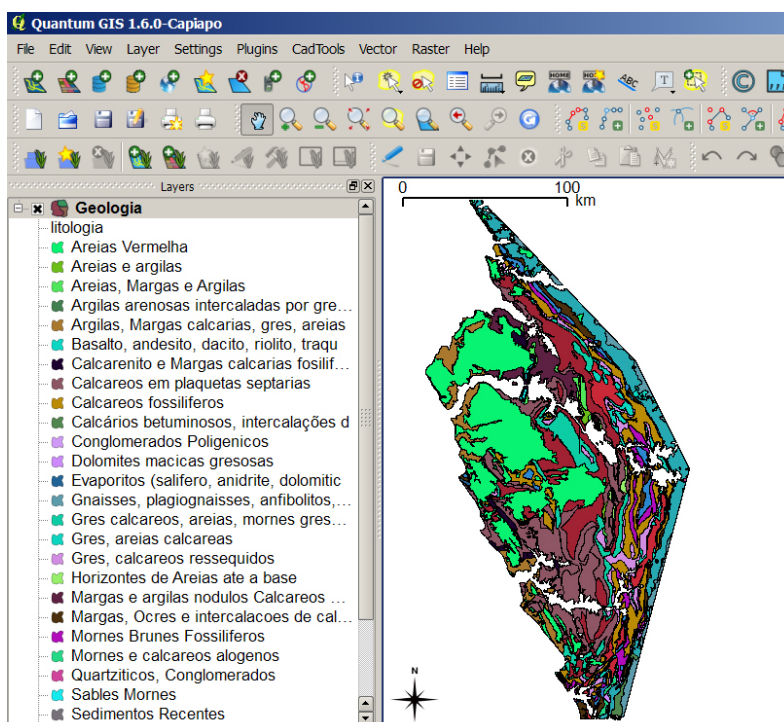


Figura 15 – Disponibilização da informação classificada em ambiente Quantum Gis

De acordo com (IBGE, 1998) as operações realizadas o Quantum GIS permitiu-nos:

- Realizar a conexão com dados espaciais, através de tabelas do sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL utilizando o módulo PostGIS;
- Conexão com arquivos *shapefile* (shp) com o auxílio da biblioteca GDAL/OGR (Geospatial Data Abstraction Library/ Simple Feature Library), incluindo;

- c) Integração com o SIG-GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*), permitindo a visualização, edição e análises dos dados vectoriais e rasters;
- d) Rápido acesso a camadas vectoriais de diversas projecções;
- e) Criação de Mapas Temáticos;
- f) Exibição do conteúdo dos atributos de uma tabela;
- g) Preparação e exportação do arquivo. map;

#### **4.3.1.2 - Sistema Gerenciador de Banco PostgreSQL e Módulo PostGis**

De entre os produtos existentes no mercado e compatíveis com o MapServer, como Oracle, Oracle Spatial, MySQL, PostgreSQL+PostGIS, o escolhido foi o Postgree por ser um SGBD em constante actualização e aperfeiçoamento, possibilita o armazenamento tanto de dados alfanuméricos quanto geográficos, possuir uma grande comunidade mundial actuando no seu desenvolvimento e, pela robustez no armazenamento de grandes quantidades de informações se comparado por exemplo como o MySQL, e além de ser um software livres, o que lhe atribui uma grande vantagem com relação ao Oracle no que se refere aos custos (Giovanni Manghi, 2011)

#### **4.3.1.3 - Configuração do Postgre SQL/PostGIS**

Após a instalação, e de acordo com o sistema operativo, que possuímos foram seguidos os passos apresentados:

- Configuração das conexões para aceder à base de dados;
- Optimização da configuração de PostgreSQL;
- Criação dos elementos necessários (Base de Dados e utilizadores) essenciais para começar a trabalhar.

Todos estes parâmetros de configuração podem ser editados nos ficheiros de configuração da base de dados. No MS Windows encontram-se em: C: \Program Files\postgresql\8.4\data e foi criado ao longo do processo de instalação uma palavra-chave para a segurança do mesmo.

O PostgreSQL demonstrou ser um sistema de bases de dados muito versátil, capaz de funcionar em ambientes de muitos baixos recursos e ambientes compartilhados com uma grande variedade de outras aplicações.

#### **4.3.1.4 – Configuração do MapServer**

A configuração do MapServer por defeito necessita para o seu pleno funcionamento de alguns softwares tais como:

- Servidor HTTP com suporte para CGI;
- Utilitários do Mapserver: shp2img, shptree, sortshp, etc;
- Proj.4 (proj, cs2cs) → motor de projecções;
- GDAL/OGR (ogr2ogr, gdalwarp, gdaladd;)
- Outras aplicações SIG: QGIS, gvSIG, Kosmo, uDIG, vários CS;
- Frameworks de SIG Web → pMapper, Open Layers, etc.

A aplicação MapServer utilizada obedece a seguinte estrutura:

- Mapas – Os mapas são os dados de entrada e devem estar em um formato que possa ser lido pelo MapServer;
- MapFile – O MapFile é um arquivo de extensão. map, em formato texto puro, que faz todas as definições e configurações iniciais necessárias

para execução de uma aplicação MapServer. Este arquivo é lido pelo MapServer em cada interação do usuário com a aplicação e define diversas características da aplicação como: os mapas a serem disponibilizados, como estes mapas serão apresentados (cor, simbologia, escala de aproximação, etc;)

- Formulário de inicialização – É uma declaração em HTML que enviará ao executável do MapServer os parâmetros básicos para a inicialização da aplicação, tais como o caminho do MapFile e endereço (URL) do MapServer CGI;
- Arquivos Template – Os arquivos Template definem a interface ou design da aplicação, como os componentes gerados pelo MapServer.

#### 4.3.1.5 - Framework de desenvolvimento p.mapper

O *Framework* p.mapper é uma ferramenta de rápido desenvolvimento de soluções SIG-WEB que utilizam o servidor de mapas MapServer (Pmapper, 2009). É um software livres que reúne em sua arquitectura a organização de um código-fonte em linguagens de programação PHP, JavaScript e MapScript que possibilita a configuração de forma organizada e que pode ser customizada com facilidade. Está disponível para *download* directo do site dos desenvolvedores (<http://www.pmapper.net>).

Foram testados vários Framework para este trabalho (como *chameleon* e *Open Layers*) e o p.mapper foi seleccionado pela sua facilidade e versatilidade.

O p.mapper oferece diversos recursos para o desenvolvimento de aplicações WEB-SIG. De acordo com P.mapper (2009) os principais recursos desta ferramenta são:

1. Recursos de Zoom e Pan implementados através de DHTML (DOM);
2. Compatibilidade com os principais navegadores Web (*browsers*): Mozilla/Firefox, Netscape, Internet Explorer, Opera, Google Chrome;
3. Ferramenta de Zoom e Pan também acessíveis via teclado, botão de rolamento (*wheel*) do mouse e mapa de referência (mini mapa);
4. Funções de consulta do banco de dados (identificação, selecção e pesquisa);
5. Listagem de consultas do banco de dados com junções de tabelas e *hyperlinks*;
6. Funcionalidades de impressão: HTML e PDF;
7. Funções para cálculo de áreas de distâncias;
8. Download de mapas (imagens em várias resoluções e formatos).

Neste trabalho foi utilizada a versão 3.2.0 (versão estável) do p.mapper, o que facilitou o desenvolvimento do SIG-WEB. Para gerar o mapa temático foi necessário criar o arquivo mapfile (.map) com a indicação das camadas que acessam o SGBD PostgreSQL+PostGIS. Também foram feitas outras configurações nos arquivos do p.mapper para modificar o *design* da página.

#### 4.3.1.6 - Sistema Operacional e Servidor Apache para a Internet

O sistema operacional escolhido para ser utilizado junto ao servidor deste trabalho foi o da Microsoft Windows Os conhecimentos mínimos desse sistema, do seu funcionamento, da sua história e do seu contexto foram indispensáveis para a sua escolha, não obstante ser um software comercial. A sua compatibilidade com os aplicativos propostos neste trabalho foi bastante integradora e satisfatória.

Um programa servidor é o responsável por aceitar ou recusar pedidos via *http* de clientes navegadores e servi-los com respostas *http*.



O Servidor *Web* Apache é largamente utilizado no mundo todo, é um servidor Web open-source, altamente confiável, configurável e extensível, compatível com varias tecnologias de conteúdo dinâmico (como PHP e CGI). Esta liderança deve-se ao facto de possuir um excelente desempenho. É composto de módulos, cada um implementando uma característica diferente e aumentando a funcionalidade do servidor, possui um alto nível de personalização, portabilidade, vasta documentação disponível, baixo custo e pode ser executado em diferentes plataformas (Unix, Linux, Windows, etc.). Outra vantagem do Apache está na sua capacidade para a inclusão dos protocolos mais actualizados. Fornece ainda o código-fonte completo e não possui licenças restritivas, podendo ser configurado para diferentes funções.

A instalação padrão do software configura uma estrutura de directórios, conforme apresentado na tabela 3.

Directórios	Conteúdos
Bin	Programas e utilitários do Apache
Cgi-bin	Scripts CGI
Conf	Arquivos de configuração do Apache
Icons	Documentos, imagens, dados do Apache. É onde está colocado o conteúdo que será publicado na Web
Include	Ícones que Apache exhibe nas mensagens de erro e informação.
Logs	Arquivos de cabeçalhos da linguagem “C” Que podem ser utilizados por desenvolvedores para integrar aplicações com o Apache.
Manual	Manual on-line do Apache
Modules	Módulos do Apache
Ab	Ferramenta de medida de desempenho do Apache
Apxs	Ferramenta para construir e instalar módulos de extensão
Dbmmanage	Cria e actualiza os arquivos de autenticação de usuários
Htcachelean	Limpa a cache de disco
Logresolve	Resolve nomes de hosts para endereços IP nos arquivos log do Apache
Log_Server_Status	Script perl que obtém informações de status do servidor

Tabela 3 – Estrutura de directórios do Apache (Giovanni Manghi, 2011)

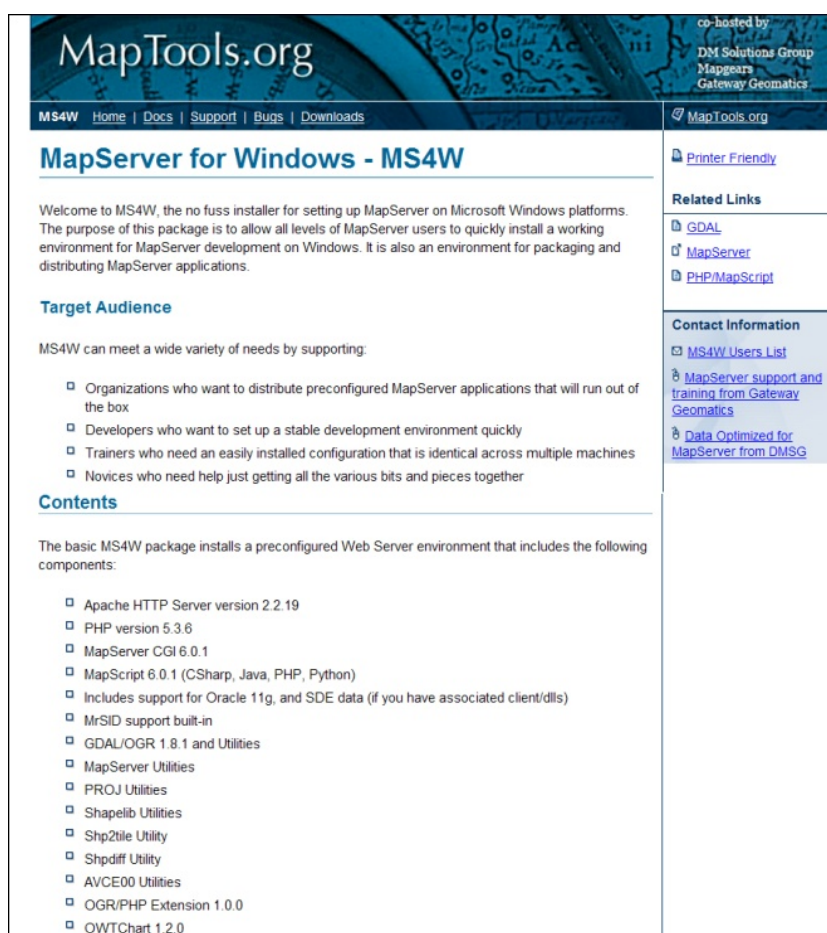
## 4.5 - Padronização e Modelação do Sistema

A composição da base de dados geográficos deu-se através da definição dos dados de interesse geológico, entre as diferentes fontes e formatos existentes e disponíveis e, da elaboração de procedimentos que garantissem a integração dos dados.

A partir da base cartográfica em formato de papel, adquirida através do Instituto Geográfico e Cartográfico de Angola “IGCA”, foram seleccionados os elementos tais como divisão administrativa por municípios, rodovias, rios, e ainda a partir da carta geológica da bacia do kuanza também em formato de papel foram retiradas as informações concernentes a geologia, estratigrafia, tectónica, limite dos blocos e os respectivos poços em onshore e offshore.

### 4.5.1 - Solução Implementada

Para o êxito do aplicativo proposto, necessitamos de um servidor Web (servidor de mapas) com suporte PHP e suporte para aplicações CGI, ademais necessitamos também de um conjunto de livrarias que permitem a manipulação de informação geográfica. Um pacote que já está preparado e que possui todas estas características é o **MapServer for Windows** publicado na página de internet do MapTools (Figura 15) onde podem ser encontradas ainda uma série de ferramentas, as quais é aconselhável revisar, descarregar e instalar.



The screenshot shows the MapTools.org website. The header includes the MapTools.org logo and navigation links: MS4W, Home, Docs, Support, Bugs, Downloads. The main content area is titled "MapServer for Windows - MS4W". It includes a welcome message, a "Target Audience" section with a bulleted list of users (organizations, developers, trainers, novices), and a "Contents" section listing installed components like Apache HTTP Server, PHP, MapServer CGI, MapScript, and various utilities. On the right side, there are links for "Printer Friendly", "Related Links" (GDAL, MapServer, PHP/MapScript), and "Contact Information" (MS4W Users List, MapServer support, Data Optimized for MapServer).

Figura 16 – página de internet do MapTools



Descarregamos a versão desejada e instalamos (Figura 16). Uma das vantagens que nos oferece o uso do ms4w e do *maptools* é que é projectos bastante activos e constantemente actualizados com novas funcionalidades. A instalação do mapserver obedeceu os seguintes procedimentos:

1. Selecção dos aplicativos a instalar (Apache com suporte PHP “servidor Web”; MapServer CGI; MapScript Framework / P.mapper e todos os aplicativos de suporte para informação geográfica especialmente GDAL/OGR e PROJ Utilities);
2. Local de instalação (recomendável ser feita na raiz);
3. Definição da porta;
4. Descarregar o ms4w;
5. O ms4w cria uma estrutura preparada para o MapServer;
6. Criar o serviço do Apache e iniciá-lo.

A instalação foi realizada a nível local do computador ou seja (localhost – 127.0.0.1).

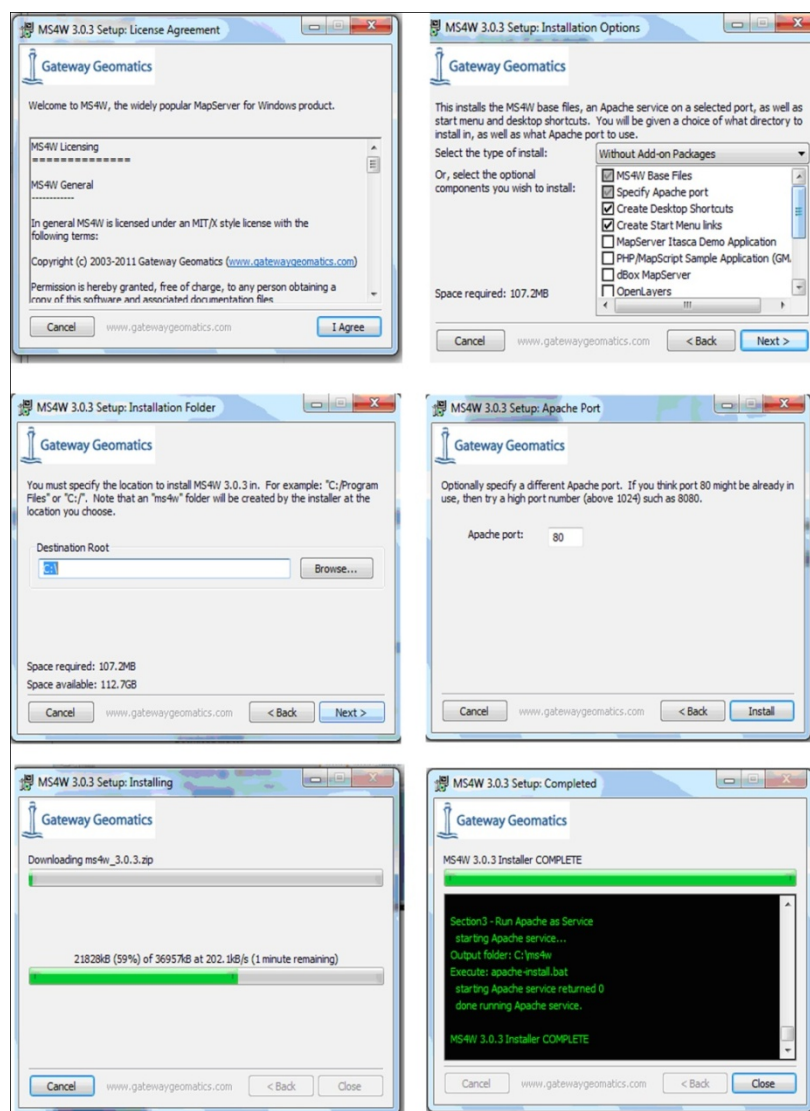


Figura 17 – Fases de instalação do MS4W

As aplicações instaladas surgem no final da página inicial do MapServer (Figura 17)  
Os ficheiros e directórios resultantes localizam-se por defeito em:

- *C: \ms4w\Apache\conf\httpd.conf;*
- *C: \ms4w\Apache;*
- *C: \ms4w\apache\htdocs → http://localhost/;*
- *C: \ms4w\apache\cgi-bin → http://localhost/cgi-bin;*

Seguidamente foram editados alguns ficheiros de configuração como apresentados: *C: \WINDOWS\system32\drivers\etc\hosts* e acrescentou-se: *127.0.0.1 Nome\_servidor*. O ficheiro de configuração de PHP *php.ini* encontra-se em *C: \ms4w\Apache\cgi-bin\php.ini* (Figura 18)

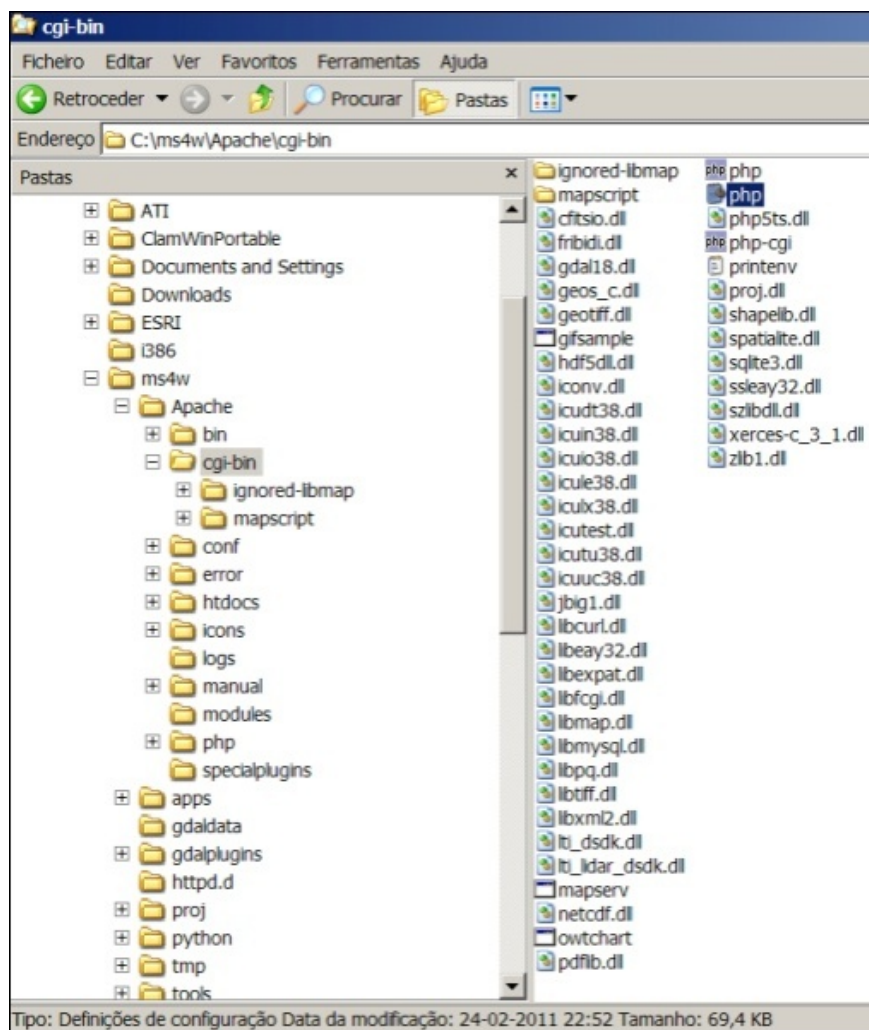


Figura 18 – organização dos ficheiros do ms4w

Uma vez terminada a instalação do servidor Web, o MapServer cria um sistema de pastas e subpastas onde encontramos todos os ficheiros necessários para a futura aplicação (Figura 19).

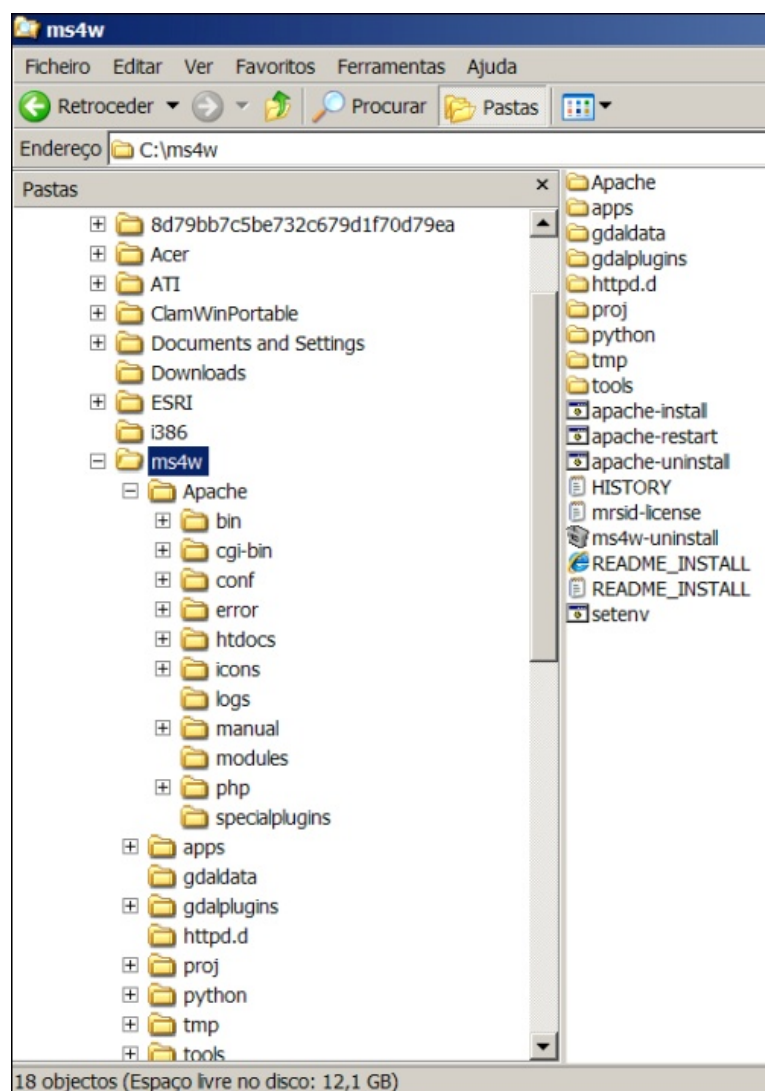


Figura 19 – Sistema organizacional do MapServer for Windows

Necessitamos porém, uma aplicação que nos facilite a publicação dos dados geográficos. A aplicação escolhida foi o p.mapper. Para a sua instalação descarregou-se o *package* “pMapper-4.0.0-ms4w.zip” do endereço seguinte: <http://www.pMapper.net> e seguidamente descompactou-se o mesmo e copiaram-se as pastas contidas para C:\ms4w deixando o Windows subscrever as pastas e ficheiros pré-existentes.

É de realçar que a lista completa das directivas presentes no php.ini encontra-se no manual da página inicial do PHP “<http://php.net/manual/en/ini.core.php>” e para que as alterações tenham o efeito necessário deve-se voltar a reiniciar o Apache (Figura 20). No Windows podemos fazê-lo através da ferramenta “services” que se encontra nas ferramentas de administração, no painel de controlo ou através da linha de comandos.

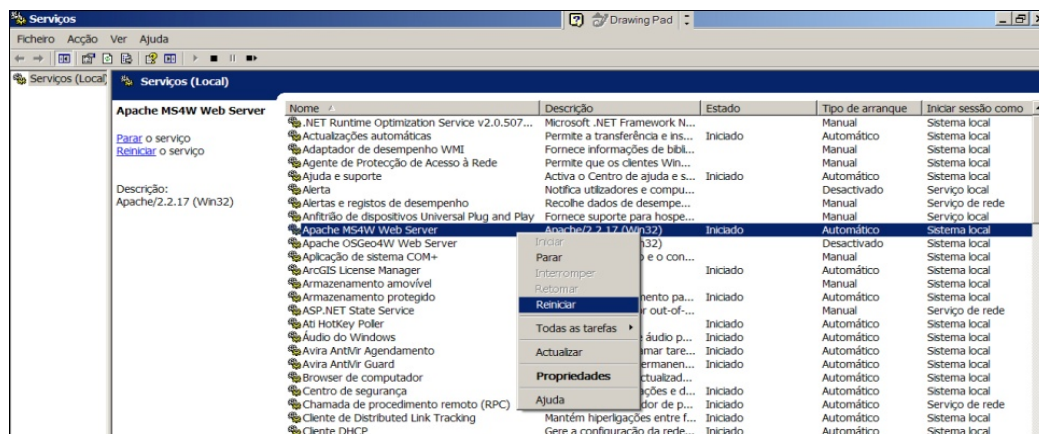


Figura 20 – reiniciar o servidor para actualizar as mudanças

Findo este processo verificamos que na instalação MS4W já está presente um script “phpinfo” <http://127.0.0.1> (Figura 21 e 22)

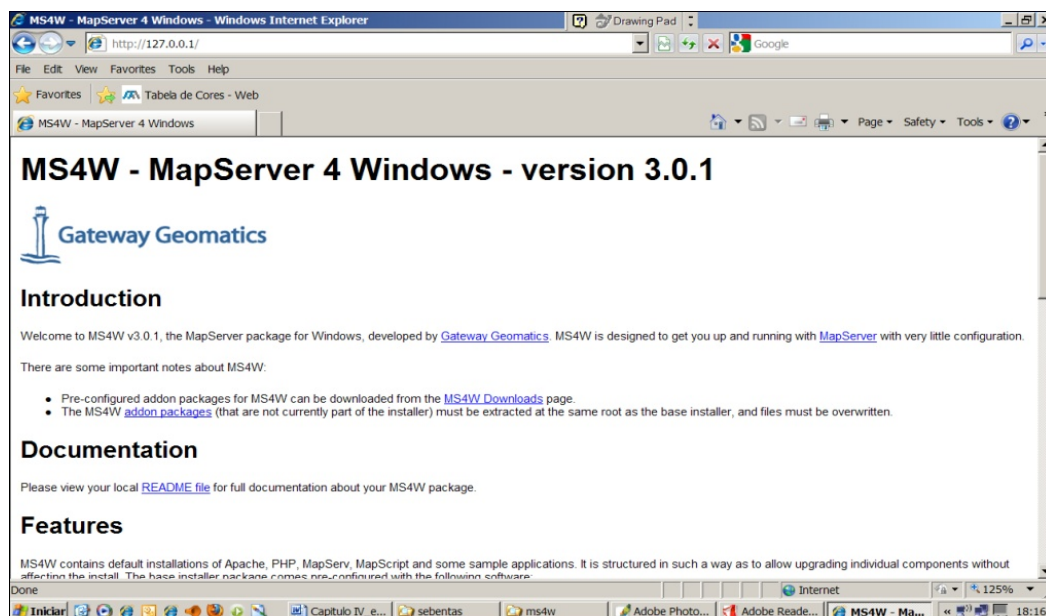


Figura 21 – página inicial do MapServer for Windows – versão 3.0.1

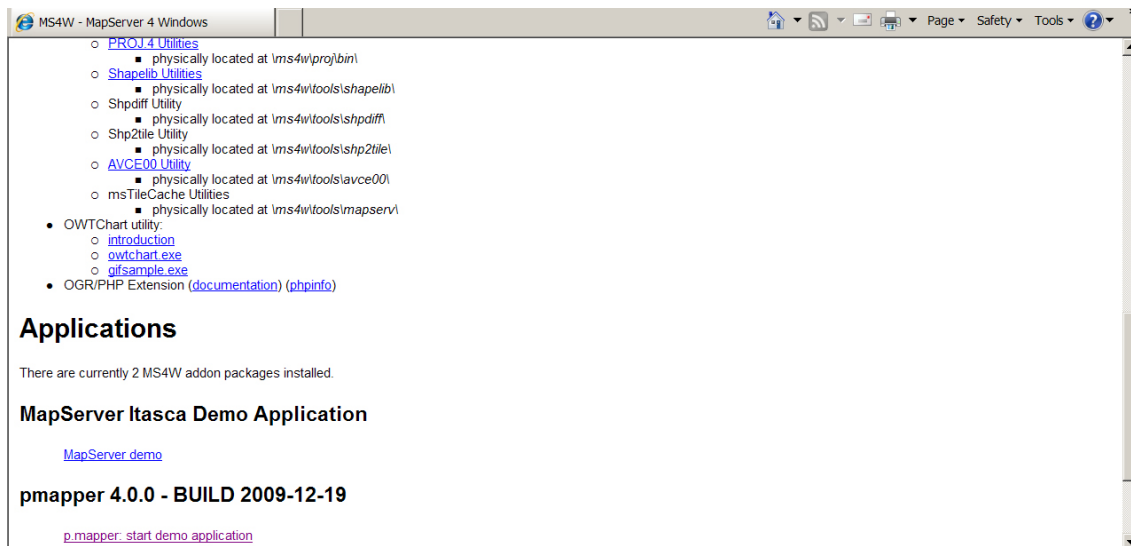


Figura 22 – página inicial do MapServer for Windows – versão 3.0.1 com o Framework p.mapper instalado

O Framework p.mapper apresenta de início um WebSIG sensível e muito fácil de utilizar. O mesmo apresenta dados geográficos inseridos por defeito na aplicação e nos oferece a vantagem de somente nos preocupar com a qualidade dos dados. De salientar que este Framework possui uma classe de PHP que por excelência nos permite adicionar funcionalidades, podemos considera-lo como sendo bastante flexível.

#### 4.5.2 - Desenvolvimento do sistema

A configuração do aplicativo teve início com a instalação e configuração do servidor Apache com o PHP, em seguida foram instalados a partir das fontes as bibliotecas seguintes: proj; gd; libpng; libgeotiff; geos; postgresQL, postgis, gdal e o MapServer. É normal a medida que eram requeridas algumas dependências destas bibliotecas no processo de compilação, outros pacotes também foram baixados, instalados e configurados.

O passo seguinte foi o de exportar as feições geográficas que estavam no formato shapefile para o directório “ms4w” e para o banco de dados espaciais. Tal procedimento foi realizado utilizando o *plugin SPIT* do Quantum-Gis 1.6. Posterior a transferência de ficheiros, foi gerado o arquivo “mapfile.map” que não é mais do que um arquivo de configuração para apresentação de camadas de informação, baseadas no software MapServer. Este arquivo apresenta o formato de texto, e foi editado a partir do “Notepad ++”

Na criação do arquivo *mapfile* foi utilizado o *plugin MapServer Export* do *QGis*. É-nos extremamente útil, na etapa da determinação da região geográfica abrangida pelos dados geográficos envolvidos no nosso projecto e para que se tenha uma configuração básica para o nosso *mapfile*, que posteriormente são apenas necessárias pequenas transformações de pormenor.

A aparência do *arquivo mapfile* “*Geokuanza*” pode ser visto a seguir:

```
MAP
EXTENT 282112.97 8782512.93 442500.04 9100266.09
UNITS meters
SIZE 600 500
SHAPEPATH "../././Geokuanza"
SYMBOLSET "../common/symbols/symbols-pmapper.sym"
FONTSET "../common/fonts/msfontset.txt"
RESOLUTION 96
IMAGETYPE png
INTERLACE OFF
PROJECTION
"+proj=utm +zone=33 +south +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m no_defs"
END
```

No exemplo são observáveis as configurações do mapa, projecção, a extensão do mapa, localização dos shapefiles, a resolução, e o tipo de fonte utilizado.

Explicando a tag:

```
MAP
EXTENT 282112.97 8782512.93 442500.04 9100266.09
# Limites máximos e mínimos admitidos pelo mapa

UNITS meters
# Unidades de medidas a ser apresentado pelo mapa

SIZE 600 500
# Tamanho da tela de apresentação do WebSIG

SHAPEPATH "../././Geokuanza"
# Caminho do arquivo shape; é obrigatório que os três arquivos (shx, dbf, shp) estejam na mesma pasta)

SYMBOLSET "../common/symbols/symbols-pmapper.sym"
# Caminho onde estão os símbolos a serem utilizados na renderização do mapa

FONTSET "../common/fonts/msfontset.txt"
# Caminho onde estão alocados as fontes para inserção de texto no mapa

RESOLUTION 96
IMAGETYPE png
# formato da imagem inserida no mapa

INTERLACE OFF
# status de visibilidade off / default
```



PROJECTION

" +proj=utm +zone=33 +south +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m no\_defs"  
*# Projecção a ser apresentada no mapa*

END

#### 4.6 - Desenho da Interface

Para a personalização da interface iniciou-se a edição dos seguintes ficheiros:

##### 1. Config/default/pmapper\_demo.map

- Este arquivo contém as configurações do mapa como sendo a projecção, extensão do mapa, formatação dos símbolos e letras, barra de escala, as camadas do mapa, etc;

Obs.: o símbolo “#” significa comentário e não se torna visível no aplicativo

```
# INICIO DO WEB – GIS \ GEOKUANZA-ANGOLA
#
MAP
EXTENT 282112.97 8782512.93 442500.04 9100266.09
UNITS meters
SIZE 600 500
SHAPEPATH "../../../pmapper_demodata"
SYMBOLSET "../common/symbols/symbols-pmapper.sym"
FONTSET "../common/fonts/msfontset.txt"
RESOLUTION 96
IMAGETYPE png
INTERLACE OFF
PROJECTION
  "+proj=utm +zone=33 +south +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m +no_defs"
END
LAYER # inicio da camada
  NAME
  TYPE Raster
  STATUS OFF
  DATA 'Limites da bacia do kuanza.jpg'
  MINSCALE 1000000
  PROJECTION
    # "Init=epsg:4326"
    "+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs no_defs"
  END
  METADATA # Inicio da definição dos metadados
    "DESCRIPTION" "Limites Administrativos"
    "LEGENDICON" "images/legend/dem.png"
    "ows_title" "Limites Administrativos"
  END
END
```

## 2. Config\_default.xml

- O arquivo config\_default.xml é um arquivo do tipo xml que permite organização hierárquica dos temas. Os temas devem localizar-se dentro de categorias e subdivididos em grupos e subgrupos.

A configuração requer a edição de várias secções. Seguidamente são apresentadas algumas que foram realizadas:

```
<pmapper>
  <ini>
    <pmapper>
      <pmTitle>GEOKUANZA - "BACIA SEDIMENTAR DO
KUANZA"</pmTitle>
      <pmLogoSrc></pmLogoSrc>
      <debugLevel>3</debugLevel>
      <plugins>export</plugins>
      <plugins>scalebar</plugins>
      <plugins>transparency2</plugins>
      <plugins>roundedboxes</plugins>
      <plugins>desenho</plugins>
    </pmapper>
  </ini>
</pmapper>
<category name="Dados PostGIS">
  <group>Zona_transferencia</group>
  <group>Pocos_Offshore</group>
  <group>Sismica_2d</group>
  <group>Batimetria</group>
</category>
<category name="Divisão Administrativa">
  <group>provincias</group>
  <group>Blocos_Onshore</group>
  <group>Blocos_Offshore</group>
</category>
<category name="Rodovias">
  <group>Rodovias</group>
</category>
<category name="Unidades Geológicas">
  <group>geologia</group>
</category>
<category name="Rios Principais">
  <group>Rio_Bengo</group>
  <group>Rio_Kuanza</group>
  <group>Rio_Longa</group>
</category>
</categories>
<all Groups>
  <group>provincias</group>
```



```

        <group>geologia</group>
        <group>Rio_Bengo</group>
        <group>Rio_Kuanza</group>
        <group>Rio_Longa</group>
        <group>Blocos_Onshore</group>
        <group>Blocos_Offshore</group>
        <group>Rodovias</group>
        <group>Zona_transferencia</group>
        <group>Pocos_Offshore</group>
        <group>Sismica_2d</group>
        <group>Batimetria</group>
    </allGroups>
</defGroups>
<group>geologia</group>
</defGroups>

```

- Este arquivo de nos permite modificar o idioma de origem do aplicativo para um outro nome.

```

<locale>
    <defaultLanguage>br</defaultLanguage>
    <defaultCharset>UTF-8</defaultCharset>
    <map2unicode>1</map2unicode>
</locale>

```

### 3. config/default/php\_config.php

- Os outros arquivos importantes são search.xml de pesquisa; php.ini na pasta cgi-bin do Apache. Existem várias configurações que podem ser feitas a partir deste arquivo. Uma das definições de interesse para este trabalho foi a de liberar as variáveis de sessão “session.use\_cookies = 0”, que garantem que cada sessão inicialize a partir dos seus próprios parâmetros definidos pelo mapa (extensão do mapa, projecção, tamanho da janela, etc. sem esta função modificada as sessões subsequentes não carregam como esperado. Foram ainda editados para melhorias os seguintes arquivos: pm\_cjs, de dialogo, e o de impressão.

#### # Pesquisa Geológica

```

<searchlist version="1.0">
    <dataroot>$</dataroot>
    <searchitem name="cat_limit" description="cat_limit">
        <layer type="shape" name="geologia">
            <field type="s" name="FORMAÇÃO" description=" FORMAÇÃO"
wildcard="10"/>
            <field type="s" name="IDADE" description="IDADE" wildcard="10"/>
        </layer>
    </Searchitem>
</Searchlist>

```

#### 4.7 - Validação, testes e resultados

Os testes da aplicação foram realizados em uma só máquina, isto é, sem conexão com a rede, podendo acessar o conteúdo desejado através do endereço <http://127.0.0.1> (localhost) e sendo possível desta forma ligar e desligar as diversas camadas disponíveis, realizar pesquisas, exportar imagens e tabelas de atributos em vários formatos.

Nos resultados ressaltam as variadas possibilidades de produção de documentos a partir dos mapas criados. No menu das ferramentas, foram criadas duas funções importantes que são: Impressão de mapas e Salvar mapa. Na impressão do mapa (Figura 23) é possível definir uma escala de representação diferente da sugerida, bem como a inserção do mapa de referência e o tipo de saída desejado. Existem dois formatos disponíveis para impressão “PDF e HTML”.

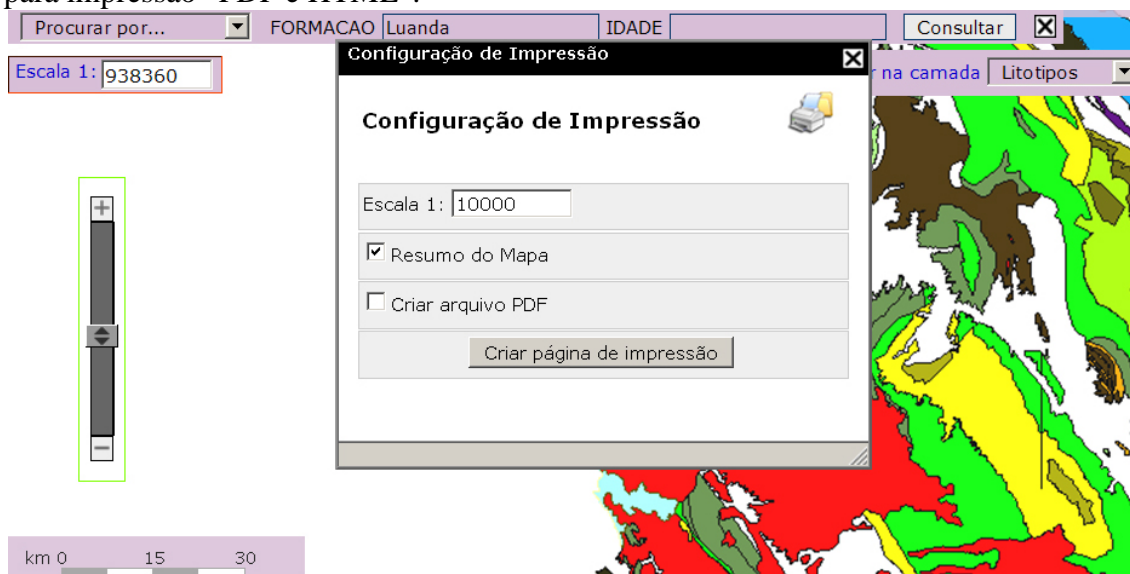


Figura 23 – janela de configuração de impressão

Em qualquer ocasião e por qualquer motivo podemos decidir guardar um mapa como uma imagem, esta opção nos permite especificar a resolução (150, 200 ou 300 DPI). Quanto maior a resolução, maior será a qualidade da imagem e maior o tamanho do arquivo gerado. Está disponível ainda a opção para a exportação de uma imagem georreferenciada (Geotiff), o que de igual forma gera um arquivo maior (Figura 24).

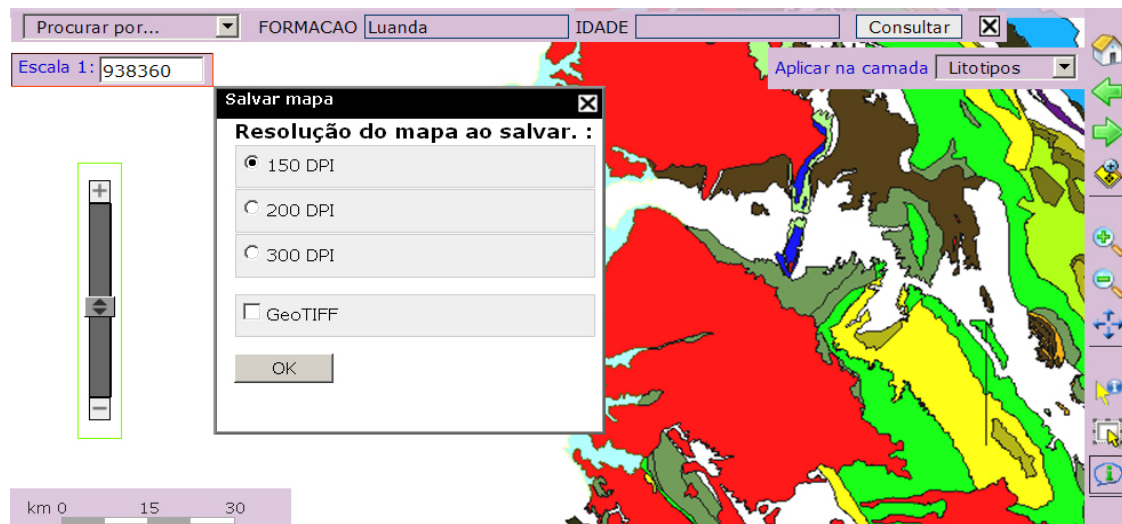


Figura 24 – janela de configuração para salvar o mapa

#### 4.8 - Análise dos resultados

Inicialmente, foi definido como *default* à opção de visualizar o mapa de localização da região. A tela inicial do aplicativo (Figura 25) consiste em dois painéis, onde a direita onde se encontram as camadas de informação e a esquerda são apresentados os resultados das camadas solicitadas no aplicativo. A barra de ferramentas do sistema possui ícones que permitem o manuseamento das informações disponíveis. Abaixo apresentamos com detalhes algumas das suas funções:

- 1) Zoom + → Ferramenta que dá o zoom crescente (aproximação) no mapa;
- 2) Zoom – → Ferramenta que dá o zoom decrescente (afastamento) no mapa;
- 3) Informações → Detalha a informação da camada solicitada;
- 4) Pan → Ferramenta utilizada para deslocar um mapa para se observar uma parte dele não mostrada na tela, conservando a escala inicial;
- 5) Zoom para todo o mapa → Ferramenta que possibilita a visualização de todo o mapa (retorna à sua escala inicial);
- 6) Escala → Ferramenta que permite definir a escala de visualização no mapa;
- 7) Régua → Ferramenta que permite medir a distância entre dois pontos no mapa;
- 8) Mover → Ferramenta que permite movimentar-se a locais diferentes no mapa;
- 9) Actualizar → Ferramenta que permite fazer um “refresh” no mapa;
- 10) Zoom para a selecção → Ferramenta que permite aproximar uma área de interesse no mapa;
- 11) Identificação automática → Ferramenta que permite fazer a identificação automática de uma zona de interesse no mapa;
- 12) Zona de pesquisa → Ferramenta de consulta à cobertura geológica da região

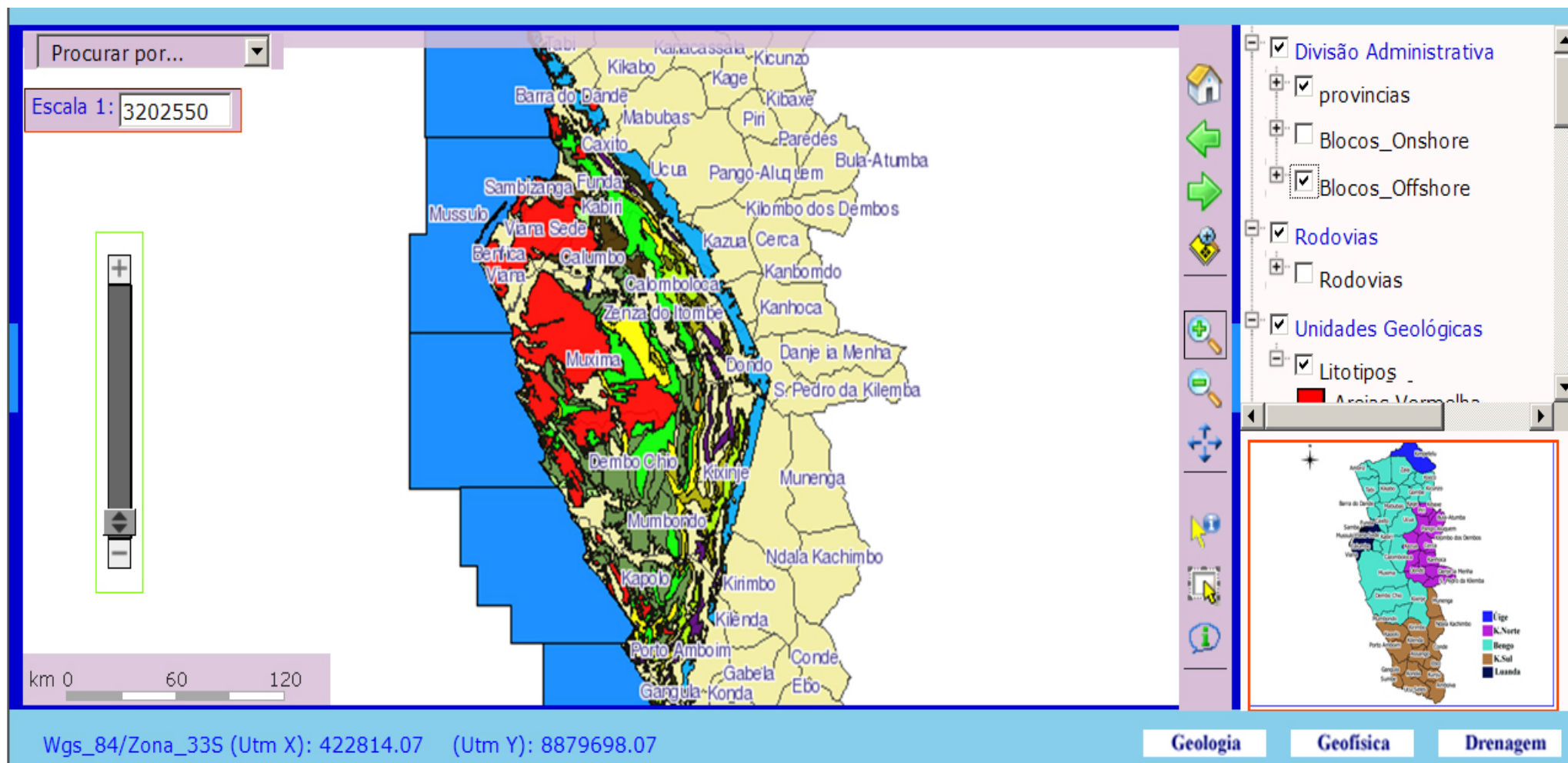


Figura 25 – Página inicial do Geokwanza

Na primeira etapa do trabalho, foram criadas várias geometrias que representam os objectos da base de dados. Cada objecto representa um elemento geológico como por exemplo, um rio ou uma camada geológica e a cada objecto estão relacionados aos atributos que os caracterizam.

No painel superior esquerdo (Figura 26), encontra-se disponível uma caixa de texto dedicada à pesquisar os corpos geológicos da região que deseja, tal como a litologia, as formações presentes, e a estratigrafia. Clicando sobre ela aparecerá um menu suspenso a partir do qual você deverá realizar a pesquisa.

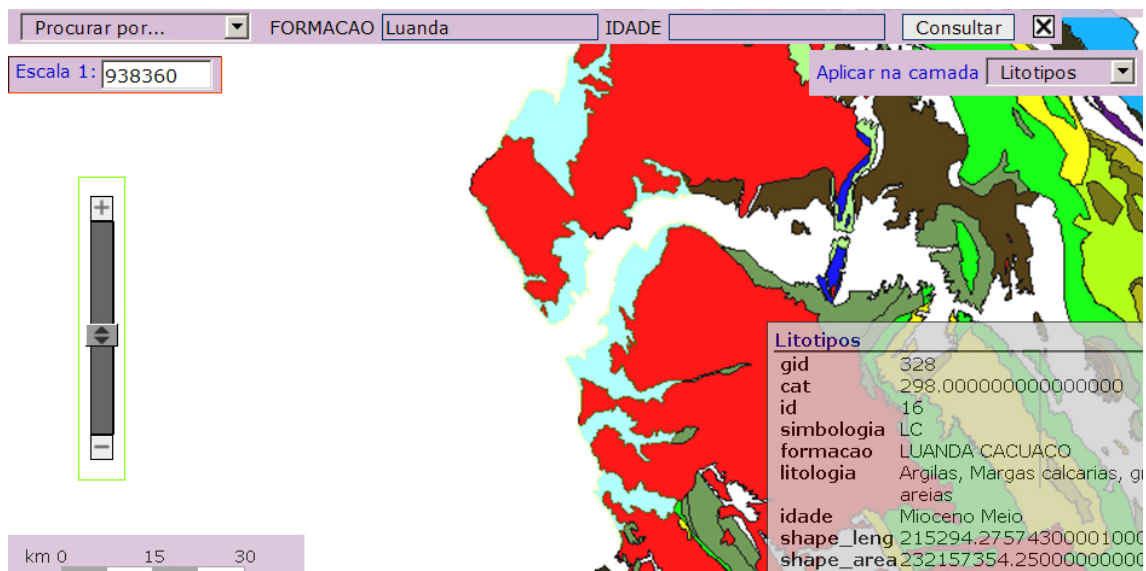


Figura 26 – Resultado da pesquisa seleccionando os objectos que representam a formação Luanda

Ao realizar uma consulta, os resultados serão expressos em objectos seleccionados que satisfaçam a chave inserida. Todos os elementos encontrados serão destacados no mapa e uma janela será aberta exibindo as informações dos respectivos atributos (Figura 27).

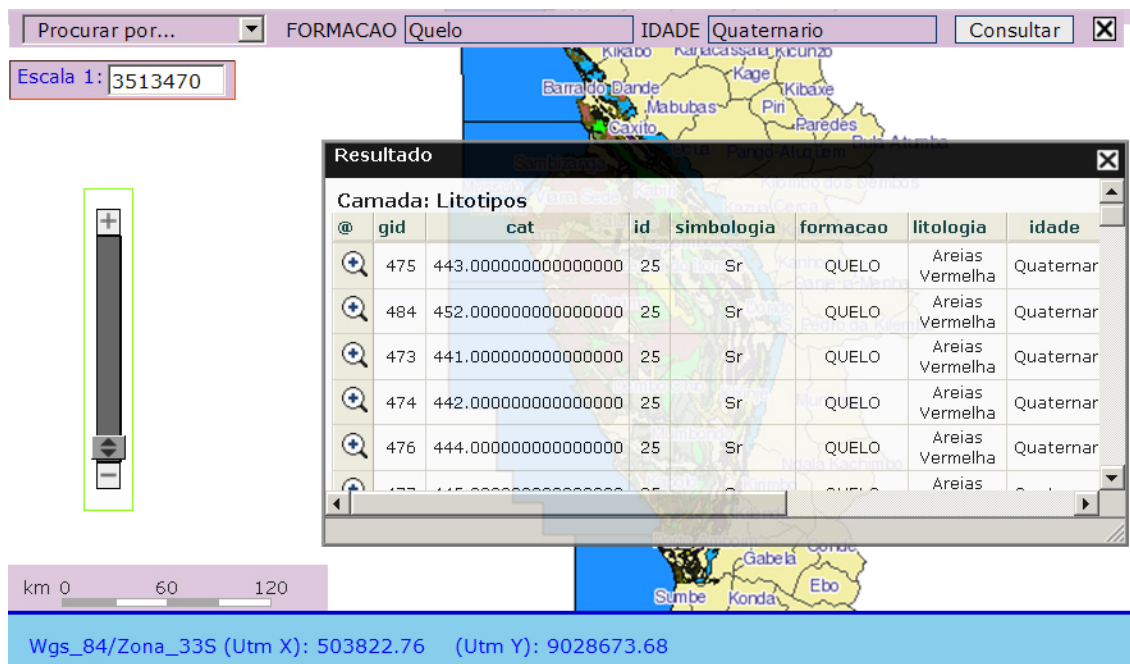


Figura 27 – Tabela de atributos resultante da pesquisa realizada

No canto inferior direito da aplicação está localizado o mapa de referência baseado no mapa inicial do aplicativo. Ao utilizarmos as ferramentas de navegação, um ponto ou rectângulo de referência é criado nesta área para indicar o posicionamento da janela do mapa relativamente à extensão total da bacia sedimentar do kwanza.

No lado direito do aplicativo encontramos o menu principal onde através dele podemos activar e/ou desactivar as camadas de informação que desejamos ver projectado no mapa (Figura 28).

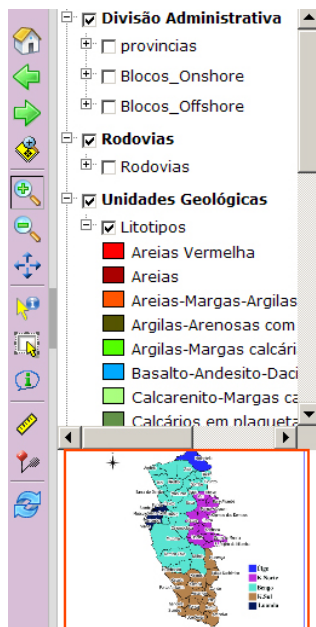


Figura 28 – imagem parcial de algumas camadas de informação habilitadas

É possível igualmente navegar no mapa de referência fazendo directamente um “*clic*” sobre a área de interesse.

Na Figura 29 é possível visualizar a interacção entre o mapa composto pela base cartográfica que é do IGCA “Instituto Geográfico e Cartográfico de Angola”, onde são exibidas: camadas geológicas e nomenclaturas das regiões.



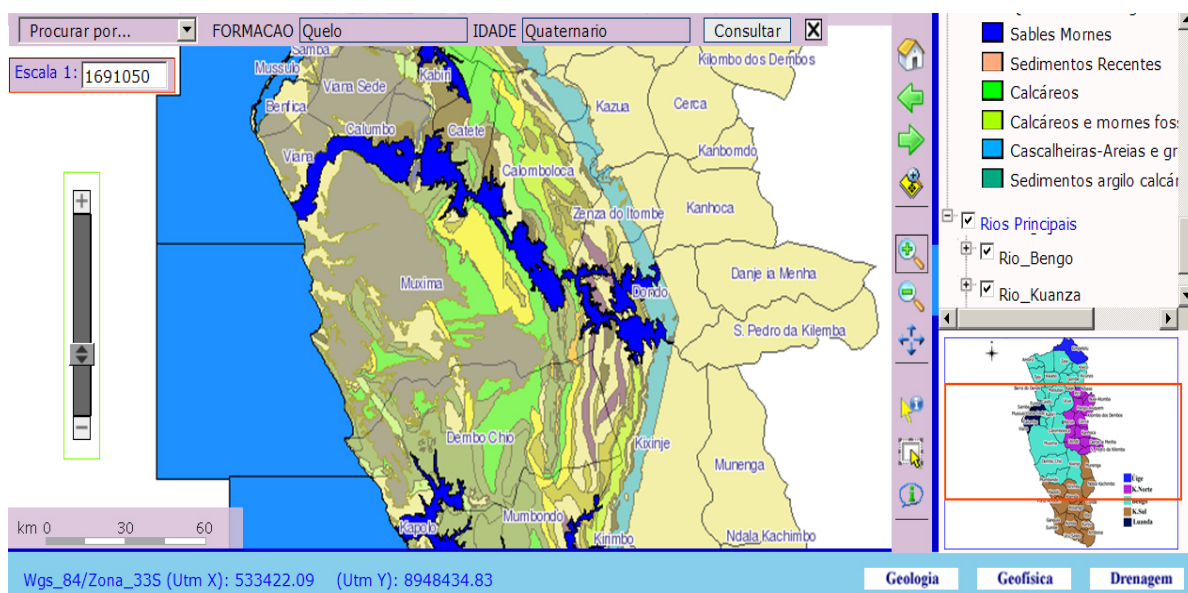


Figura 29 – geologia da bacia do kwanza sobreposta a divisão administrativa

É apresentada as coordenadas UTM da posição do rato enquanto navegamos no aplicativo no canto inferior esquerdo (Figura 29)

Wgs\_84/Zona\_33S (Utm X): 411683.63 (Utm Y): 9006445.16

Figura 29 – Sistema de Coordenadas do aplicativo

#### 4.9 – Conclusões

Após longos meses de trabalho, para a adopção de software aberto no desenvolvimento do “Geokwanza” podemos considerar que foi possível concretizar os objectivos que foram inicialmente preconizados. Estes objectivos passavam pelo estabelecimento de uma plataforma tecnológica que permitisse suportar os vários requisitos associadas a um SIG geológico, em que os seus componentes fossem totalmente integrados, eliminando-se assim a necessidade de efectuar conversão e transformação de dados.

A utilização de *softwares* livres foi de grande importância, tanto na questão de custos de implantação, quanto nos benefícios da sua utilização e acesso. Outro factor importante é de estar em conformidade com os Padrões Internacionais de Interoperabilidade, colocando em evidência a utilização de tecnologias de padrões abertos nos órgãos públicos e privados.

Os *softwares* livres utilizados neste trabalho – Quantum GIS, PostgreSQL, PostGIS, map-server e p.mapper, são usados em todo o mundo tendo em vista o seu baixo custo de desenvolvimento e implantação. É importante destacar o facto de várias comunidades *Web* promoverem o aperfeiçoamento dessas tecnologias, contribuindo para a melhoria dos mesmos.

## **CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 – Discussão**

As diversas análises exemplificadas sobre o Geokwanza mostraram que a capacidade de integração de dados de diversas naturezas utilizando softwares livres aumenta a percepção da observação e da análise, auxiliando de forma significativa à compreensão do meio geológico e fornecendo informações para a tomada correcta de decisões e implementação de projectos. Muitas outras informações poderão ser acrescentadas futuramente, pois o aplicativo oferece praticidade, podendo ser actualizado e/ou modificado a qualquer momento, segundo a necessidade da demanda.

Os shapefiles na aplicação WebSIG apresentam-se armazenados no banco de dados “Postgree/PostGIS” e garantem aos utilizadores consultas dinâmicas e actualizadas.

Evidenciou-se neste trabalho que uma solução baseada em softwares livres não deixa nada a desejar quando comparada com as soluções proprietárias. Podendo destacar-se, o alto desempenho e portabilidade alcançado pelo aplicativo.

### **5.2 – Limitações**

A migração da geoinformação para a Web tem exigido que as tecnologias de informação envolvidas neste processo façam o acompanhamento, principalmente as exigências de facilidades de compreensão e manipulação por parte dos utilizadores. Por trás dessa oferta de maiores facilidades ao utilizador existe uma maior complexidade tecnológica para que a pretendida amigabilidade de interface seja um facto. Para a compreensão deste novo nível de conhecimento, fez-se necessário estudar e compreender alguns conceitos associados ao movimento do software livres, hardwares de alto processamento, softwares específicos de visualização e aplicativos variados para divulgação de informação espacial na Web. A falta de experiência na criação de aplicativos WebSIG exigiu do autor bastante e prolongadas leituras. Foi normal no princípio da construção do Geokwanza, recorrer-se aos *logs* dos erros que de forma objectiva ajudam na identificação e correcção de erros.

O escasso número de utilizadores de softwares livres em Angola (Luanda) exigiu do autor um desdobramento múltiplo para um perfeito entendimento, planeamento e desenho da aplicação.

A não disponibilidade de informação por parte das empresas detentoras foi o negativo do trabalho. Acredita-se que se houvesse boa vontade destas mesmas Instituições na cedência de dados ou documentos o Geokwanza estaria muito bem servido de informação geológica.



### 5.3 – Desenvolvimentos futuros

Pretende-se realizar com um grupo de utilizadores um treinamento técnico visando à qualificação dos mesmos no manuseio do aplicativo, capacitando-os de maneira que possam realizar análises, consultas, bem como actualizar o sistema com novos dados. Propõe-se igualmente para próximos desenvolvimentos a inserção de hiper ligações que serão associados ao mapeamento cartográfico, agregando mais subsídios sobre as camadas de informação disponíveis.

O autor propõe-se a trabalhar em aplicações SIG para algumas áreas críticas em Angola tais como:

- Saúde (distribuição das doenças);
- Meio Ambiente (monitorar áreas protegidas);
- Turismo (locais de pontos turísticos);
- Agricultura (mapas de uso de sol e previsão de safras);
- Planeamento Urbano (distribuição dos recursos das cidades);
- Comércio (optimização de pontos de comercialização);
- Polícia (distribuição espacial dos crimes);
- Utilidade Pública (água, esgotos, electricidade, telefones, etc.)

## Referências bibliográficas

ABOUT P.MAPPER, 2010, Página About p.mapper (URL:<http://svn.pmapper.net/trac/wiki>).

A MAPSERVER PHP/MAPSRIPT FRAMEWORK, 2010, Página Documentation (URL: <http://www.pmapper.net/>, consulta em 05/01/2011).

ARAÚJO, A.G., PREVALOV, O.V., GUIMARÃES, F.R., KONDRATIEV, A.I., TSELIKOV, A.F., KHODIEV, V.L., POLSKOI, F.R., AGUEES, Y.I., VOINOVSKI, A.S., SUNDA, P. & JOAQUIM, A., 1998, *Carta dos recursos minerais à escala 1:1000 000*. República de Angola, IGEO.

BURROUGH PA, MCDONNELL RA, 1998, *Princípios de Sistemas de Informação Geográfica*. Oxford University Press.

CÂMARA, G., CASANOVA, MA., HEMERLY, A.S., MAGALHÃES., G.C., MEDEIROS, C.M.B., 1996, *anatomia dos sistemas de informação geográfica*, Campinas, Unicamp.

CARVALHO, H., 1983, *Notice explicative preliminaire sur le geologie de l'Angola*. Instituto Geológico de Angola, Luanda.

DUARTE - MORAIS, M.L., CASTELLANO, M.C., PUTIGNANO, M.L & SEROSSO, I., 2004, *the tectono - sedimentary evolution of the kwanza basin, Angola The colloquium Africa Geology*, Orleans.

DOCUMENTATION, 2010, Página Documentation (URL: <Http://php.net/>; <http://www.php.net/docs.php>, consulta em 28/02/2011).

DOCUMENTATION PROJECT, 2010, Página Documentation Project (URL <Http://www.apache.org/>; <http://httpd.apache.org/docs-project/>, consulta em 28/01/2011).

FRAMEWORK PMAPPER 2011, Página do pmapper (URL: <http://www.pmapper.net/>, consulta em 10/02/2011).

GEOLUANDA, 2000, *Int. Conf., Guide Book Luanda, Benguela, Dombe Grande*.

GEOSPATIAL DATA ABSTRACTION LIBRARY, 2011, Página do Geospatial Data Abstraction Libraryc (URL <Http://www.gdal.org/>, consulta em 04/04/2011).

GFOSS.IT, 2011, Associação Italiana de Sistemas de Informação Geográfica Livres (URL: <http://www.gfoss.it/>, consulta em 04/02/2011).

GIS@LINCOLN, 2010, Página da Lincoln University, ([http://oldlearn.lincoln.ac.nz/gis/gis/intro\\_data\\_structures\\_test\\_htm/](http://oldlearn.lincoln.ac.nz/gis/gis/intro_data_structures_test_htm/), consulta em 28/01/2011).

GIOVANNI M., 2011, *Formação em software GFOSS*. Lisboa

ITPUG, 2010, Associação Italiana de utilizadores de PostgreSQL (URL: <http://www.itpug.org/>, consulta em 17/11/2010).

JÚNIOR, SILVA., NEBATINI, NILSON., 2008, *Tutorial básico em Sistemas de Informação Geográfica para o Quantum GIS version 0.8.1*, (URL: <http://www.geolivres.com.br>, consulta em 10/02/2011).

KOBLEN, B., LEMMENS, R., 2006, *Department of Geoinformation Processing*, (URL: <http://ggs.gmu.edu>, consulta em 20/04/2011).

MAPSERVER 6.0.1 DOCUMENTATION, 2010, Página do MapServer (URL <http://mapserver.org/documentation.html>, consulta em 14/01/2011).

MITASOVA, H & MITAS, L., 1994, *surfaces and modeling*. Grass Clippings.

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION, 2010, Página do Open Source Foundation (URL <http://www.osgeo.org/>, consulta em 15/01/2011).

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2011, (URL <Http://www.opengeospatial.org/> consulta em 15/01/2011).

OGR SIMPLE FEATURE LIBRARY, 2011, (URL [Http://www.gdal.org/ogr/](http://www.gdal.org/ogr/) consulta em 16/01/2011).

POSTGRESQL, 2011, Página do PostgreSQL, (URL: <http://www.postgresql.org/>, consulta em 20/10/2011).

POSTGIS, 2011, Página do PostGIS, (URL: <http://postgis.refrations.net/>, consulta em 23/04/2011).

PGADMIN, 2010, Página do PgAdmin (URL: <http://www.pgadmin.org/>, consulta em 26/04/ 2010).

QUANTUM GIS, 2010, Página do Quantum Gis (URL: <http://www.qgis.org/>, consulta em 24/04/2010).

THE PHP COMPANY, 2010, Página do The PHP Company (URL <http://www.zend.com/en/>, consulta em 14/04/2011).

UCHOA, 2004, H. N., FERREIRA, P. R. “*Geoprocessamento com software livre* (URL: <http://www.geolivre.com.br>, consulta em 20/10/2011).

WELCOME TO THE QUANTUM GIS PROJECT, 2011, Página Welcome to the QUANTUM GIS (URL: Project [Http://qgis.org/](http://qgis.org/), consulta em 7/03/2011).

WIKIPÉDIA, ENCICLOPÉDIA LIVRE, 2011, Página Wikipedia enciclopédia (URL: [Http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Feature\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Feature_Service), consulta em 10/01/2011).).

WIKIPÉDIA, ENCICLOPÉDIA LIVRE, 2011, Página Wikipedia enciclopédia (URL: [Http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Coverage\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Coverage_Service), consulta em 10/01/2011).